৯ম-১০ম শ্রেণি

পদার্থবিজ্ঞান

আলোচ্য বিষয়

অধ্যায় ৪ – কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

ব্যবহারবিধি

দেখে নাও এই অধ্যায় থেকে কোথায় কোথায় প্রশ্ন এসেছে এবং সৃজনশীল ও বহুনির্বাচনীর গুরুত্ব।

কুইক টিপস

সহজে মনে রাখার এবং দ্রুত ক্যালকুলেশন করতে সহায়ক হবে।

বহুনির্বাচনী (MCQ)

বিগত বছর গুলোতে বোর্ড, স্কুল, কলেজ এবং বিশ্ববিদ্যালয়ে আসা বহুনির্বাচনী প্রশ্ন দেখে নাও উত্তরসহ।

সৃজনশীল (CQ)

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল দেখে নাও উত্তরসহ।

প্র্যাকটিস

পরীক্ষায় আসার মতো গুরুত্বপূর্ণ সমস্যাগুলো প্র্যাকটিস করে নিজেকে যাচাই করে নাও।

উত্তরমালা

প্র্যাকটিস সমস্যাগুলোর উত্তরগুলো মিলিয়ে নাও।

উদাহরণ

টপিক সংক্রান্ত উদাহরণসমূহ।

সূত্রের আলোচনা

সূত্রের ব্যাপারে বিস্তারিত জেনে নাও।

টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

সম্পূর্ণ অধ্যায়ের সুসজ্জিত আলোচনা।

এক নজরে...

এই অধ্যায়ে যা যা পড়তে হবে :

Part:1

✓ কাজ এবং এর প্রকারভেদ

✓ বিভিন্ন ধরনের কাজের উদাহরণ

✓ কাজ রিলেটেড রাশিমালা

Part:2

✓ ক্ষমতা এবং এর প্রকারভেদ

✓ ক্ষমতার রিলেটেড রাশিমালা এবং সূত্র

✓ শক্তি এবং শক্তির প্রকারভেদ

✓ শক্তির নিত্যতা সূত্র

✓ গতিশক্তি এবং বিভব শক্তি

✓ কর্মদক্ষতা

Part:3

✓ সকল সূত্র, একক এবং রাশিমালা

✓ সংজ্ঞা সমূহ

✓ অনুধাবন মূলক প্রশ্ন সমূহ

✓ নিঞ্জা টেকনিক

কাজ

কাজ টপিকটি বুঝতে হলে আগে বুঝতে হবে কাজ কি জিনিস!

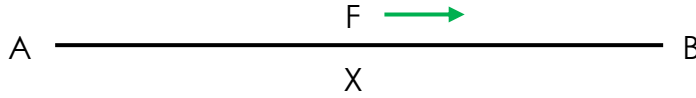
আমি তিনভাবে বোঝাবো কাজ কি :

Style: 1

উপরের চিত্রে একটি ব্যক্তি A অবস্থান হতে B অবস্থানে গেল। এই পর্যন্ত সরণে যেতে যদি F পরিমাণ বল প্রয়োগ করা লাগে তাহলে সোজা বাংলায় কাজ হবে A ও B এর দূরত্ব এবং প্রয়োগকৃত বলের গুণফল সমান।

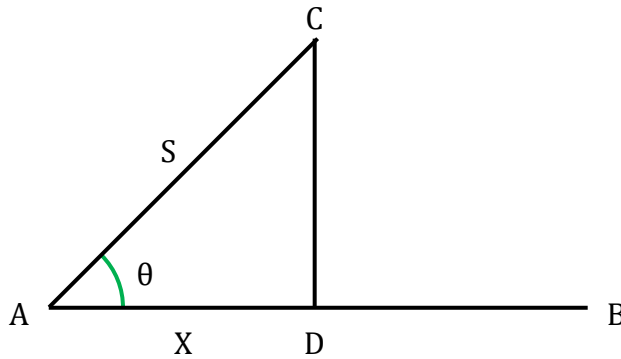
Style:2

কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটির সরণ হয় তাহলে বল এবং বলের দিকের বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণের গুণফলকে কাজ বলে।

এবার পদার্থ বিজ্ঞানের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যাক :

ধরা যাক, A বিন্দুতে অবস্থিত কোন বস্তুর ওপর AB বরাবর F বল প্রয়োগ করা হলো। এতে বস্তুটি AB বরাবরই X দূরত্ব অতিক্রম করে B বিন্দুতে পৌঁছালো। তাহলে F বল দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে

$\therefore W = Fx$

Style:3

যদি একটি নির্দিষ্ট কোণ করে বল প্রয়োগ হয়

ধরা যাক, A বিন্দুতে বস্তুর ওপর AB বরাবর F বল প্রয়োগ করা হলে AC বরাবর S দূরত্ব অতিক্রম করে C বিন্দুতে আসে। AB ও AC এর অন্তর্ভুক্ত কোণ $= \theta$। C বিন্দু থেকে AB এর ওপর CD লম্ব টানা হলো। তাহলে AB বরাবর বস্তুর সরণের উপাংশ হলো $AD = x$

এক্ষেত্রে F বল দ্বারা কাজ সম্পন্ন হবে

কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ

$\therefore W = Fx \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (i)$

কিন্তু এখানে যে θ কোণ আছে, তাতে সমস্যা কি? চলো সমকোণী ত্রিভুজের কাছে যাই,

$\triangle ADC$ এ $\cos\theta = \frac{AD}{AC}$

$AD = AC\cos\theta$

$x = s\cos\theta \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad (ii)$

↓

এটাই আমাদের উপাংশ

(i) ও (ii) হতে পাই,

$W = FS\cos\theta$

কিভাবে সহজেই একক বের করতে হয় :

$W = Fx$

$= \mathrm{Nm}$

$= \mathrm{J}$ (জুল)

Nm কে জুল লেখা হয়।

$AD = x$

$AC = s$

W = Work = কাজ

F = Force = বল

S = displacement = সরণ

θ= F এবং S এর মধ্যবর্তী কোণ

F এর একক N (নিউটন)

x এর একক m (মিটার)

কাজের মাত্রা $[\mathrm{ML^2T^{-2}}]$

কাজ একটি স্কেলার রাশি। এর মানে আছে, দিক নেই।

কাজের প্রকারভেদ

✓ বলের দ্বারা কাজ/ধনাত্মক কাজ

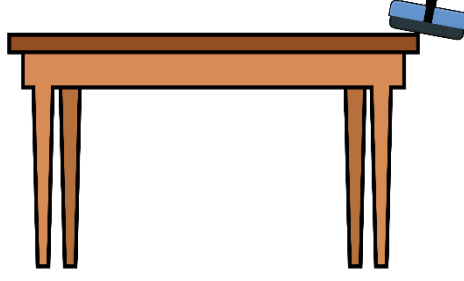
✓ বলের বিরুদ্ধে কাজ বা ঋণাত্মক কাজ

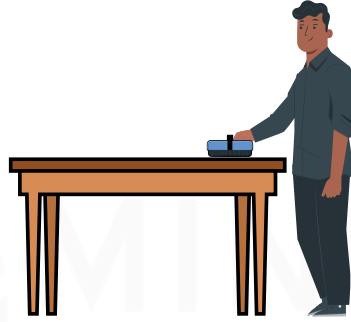
✓ পরিবর্তনশীল বল দ্বারা কাজ

✓ অভিকর্ষ বলের বিপরীতে কাজ

✓ মহাকর্ষ বল দ্বারা কৃত কাজ

SSC লেভেলে আমরা (i) ও (ii) নং সম্পর্কে জানব। বাকিগুলো সম্পর্কে ধারণা নিয়ে যাব উপরে ক্লাসে।

বলের দ্বারা কাজ (ধনাত্মক কাজ)

চিত্র:ডাস্টার টেবিলের উপর থেকে নিচে পড়ার সময়

যদি বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই কাজকে ধনাত্মক কাজ বা বলের দ্বারা কাজ বলে।

চিত্র:ডাস্টারটিকে নিচ থেকে টেবিলে রাখার সময়

যদি বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই কাজকে ঋণাত্মক কাজ বা বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।

- বলের দিকের সাথে সরণের দিক যদি সূক্ষকোণ তৈরি করে, তাহলে সেক্ষেত্রে ধনাত্মক কাজ হবে।
- বলের দিকের সাথে সরণের দিক যদি স্থূলকোণ তৈরি করে, তাহলে সেক্ষেত্রে ঋনাত্মক কাজ হবে।

Part:2

কাজ সম্পাদনকারী কোনো ব্যক্তি বা উৎস (যেমন: ডায়নামো, ইঞ্জিন বা অন্য যন্ত্র) এর কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে

এক কথায়, **একক সময়ে ব্যক্তি বা উৎস দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ হলো ক্ষমতা।**

t সময়ে কাজ করে W পরিমাণ

$\therefore 1$ সময়ে কাজ করে $\frac{W}{t}$ পরিমাণ

$$P = \frac{W}{t}$$

$$\Rightarrow P = \frac{Fs}{t}$$

$\Rightarrow \mathrm{P} = F\frac{\mathrm{s}}{\mathrm{t}}$

$\Rightarrow \mathrm{P} = FV$ [সমবেগের ক্ষেত্রে]

একক:কাজের একক J

সময়ের একক S $\rightarrow \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s}} = \mathrm{J}s^{-1} = \mathrm{Watt} =$ ওয়াট

$\therefore 1\mathrm{W} = \frac{1\mathrm{J}}{1\mathrm{s}} = 1\mathrm{J}s^{-1}$

বিভিন্ন প্রয়োজনে ওয়াটের হাজার গুণ বড় একক (1KW) এবং দশ লক্ষ গুণ বড় একক (1MW) ব্যবহার করা হয়।

✓ $1\ \mathrm{KW} = 10^3\ \mathrm{W}$

✓ $1\ \mathrm{MW} = 10^6\ \mathrm{W}$

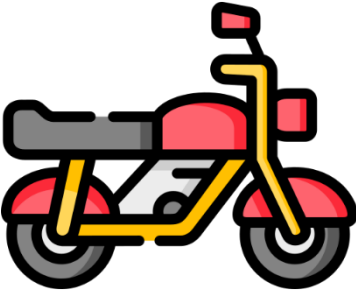
✓ $1\ \mathrm{Hp} = 746\ \mathrm{W}$

Part:3

শক্তি:কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

বস্তু সর্বমোট যতখানি কাজ করতে পারে তাই হচ্ছে মোট কাজের পরিমাপ।

মাত্রা:(Unit)

Since energy is capacity of doing work, therefore the SI unit of energy is same as work.

মোটরসাইকেলের শক্তি সাধারণ সাইকেল থেকে বেশি।

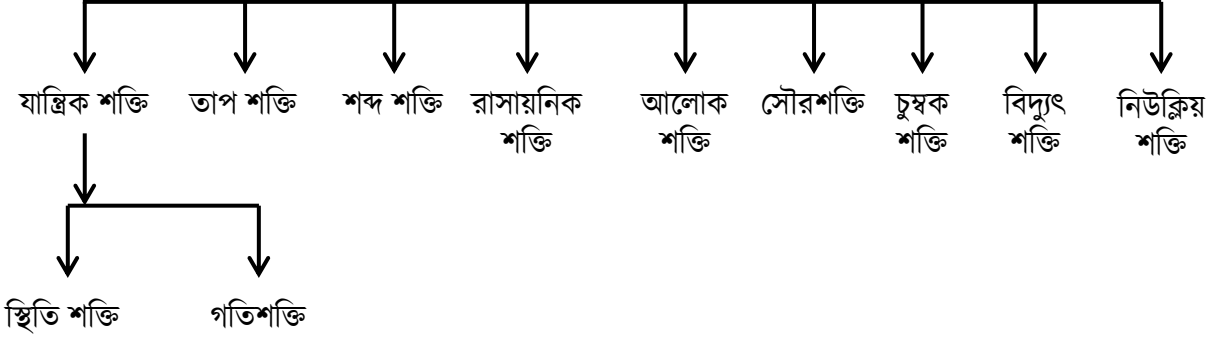
$\mathrm{E} = [\mathrm{ML}^2\mathrm{T}^{-2}]$

শক্তির মান আছে দিক নেই।

সাধারণত বিদ্যুৎ শক্তির হিসাব নিকাশের সময় কিলোওয়াট ঘন্টা (Kwh) এককটি ব্যবহৃত হয়।

$1\mathrm{KWh} = 1000\mathrm{Wh} = 1000\ \mathrm{Js}^{-1} \times 3600\ \mathrm{s}$

$1\mathrm{KWh} = 3.6 \times 10^6\mathrm{J}$

শক্তির রূপান্তর

Potential Energy

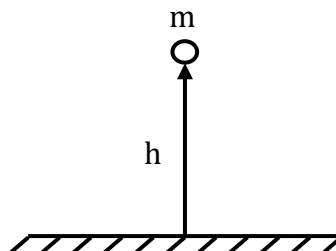
উপরের চিত্রে তীরকে যখন টানটান করা হয়, ছোড়ার জন্য তখন যে শক্তি লাভ করে সেটিই হলো আমাদের বিভব শক্তি।

পদার্থবিজ্ঞান বলে, '**স্বাভাবিক অবস্থানে থেকে পরিবর্তন করে কোনো বস্তুকে অন্য কোন অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভব শক্তি বলে।**'

আরেকটু সহজ করে বলি, ধরো তোমার হাত থেকে ৫ টাকার একটি কয়েন পড়ে গেল। তুমি সেটিকে তুলতে চাইলে অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হবে। এই যে উপরে তোলার পর কয়েনটির মধ্যে কিছু শক্তি জমা হয়েছে, এটিই হলো বিভব শক্তি।

অভিকর্ষজ বিভব শক্তি

অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে কোন বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ বিভব শক্তি বলে।

বিভব শক্তির পরিমাণ

m ভরের কোনো বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় উঠাতে কৃত কাজই হচ্ছে বস্তুতে সঞ্চিত বিভব শক্তির পরিমাণ। এক্ষেত্রে কৃতকাজ হচ্ছে বস্তুর ওপর প্রযুক্ত অভিকর্ষজ বল তথা বস্তুর ওজন × উচ্চতা।

সুতরাং বিভব শক্তি হল মাইনকার চিপা। অর্থাৎ এর মান যখন শূন্য বিভব শক্তি তখন উচ্চ।

গতিশক্তি (Kinetic Energy)

চিত্র:ঢিল ছুড়ে আম পাড়া

কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতি শক্তি বলে।

কোনো স্থির বস্তুতে বেগের সঞ্চার করা বা গতিশীল বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করার অর্থ হচ্ছে বস্তুটিতে ত্বরণ সৃষ্টি করা। আর এজন্য বস্তুটির ওপর বল প্রয়োগ করতে হবে ফলে কাজ হবে। এতে বস্তুটি যে কাজ করার সামর্থ্য লাভ করবে এবং এ কাজ বস্তুটির গতিশক্তি হিসেবে জমা থাকবে। সে কারণে সকল সচল বস্তুই গতিশক্তির অধিকারী।

বিভব শক্তি = বস্তুর ওজন × উচ্চতা

$E_p = mgh$

একটি ঘরের মেঝের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর বিভব শক্তি 60 J বলতে বোঝায় বস্তুর মধ্যে সঞ্চিত শক্তি দ্বারা বস্তুটি ঘরের মেঝেতে নেমে আসতে 60 J কাজ করতে পারে।

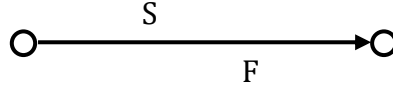
h বের করার জন্য সর্তকতা :

কোথা থেকে উচ্চতা পরিমাপ করা হচ্ছে তার ওপর বস্তুটির বিভব শক্তি নির্ভর করে। অর্থাৎ কোথায় আমরা $h = 0$ ধরেছি সেটার উপর নির্ভর করবে বিভব শক্তি।

ধরো, কোনো বিল্ডিং এর ৫ তলায় বস্তু আছে।

এটি যখন টেবিলের সাপেক্ষে থাকবে তখন এর বিভব আলাদা থাকবে। আবার যখন মেঝের সাপেক্ষে থাকবে তখন আরেক বিভব শক্তি। আবার যখন ভূপৃষ্ঠের সাপেক্ষে থাকবে তখন ভিন্ন বিভব শক্তি।

Σ সূত্রের আলোচনা

কোনো বস্তু যখন স্থির অবস্থায় থাকে তখন কোন গতি শক্তি থাকে না।

ধরা যাক, m ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় বস্তু v বেগ প্রাপ্ত হলো। ধরা যাক, এ সময় বস্তুটি বলের দিকে s দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটিকে এই বেগ দিতে কৃত কাজই বস্তুর গতিশক্তি।

∴ গতিশক্তি = কৃতকাজ

= বল × সরণ

$E_k = mas$

$E_k = m\frac{v^2}{2}$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$E_k \propto v^2$

$v^2 = u^2 + 2as$

$2as = v^2 - u^2$

$as = \frac{v^2 - u^2}{2}$

$as = \frac{v^2}{2}$

এখানে, $u^2 = 0$

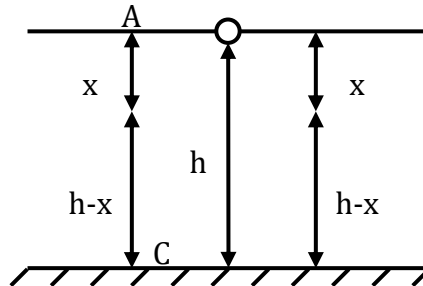
অর্থাৎ "নির্দিষ্ট ভরের কোনো বস্তুর গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক“। বস্তুর বেগ দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি চার গুণ হবে।

শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি

Principle of Conservation of Energy

শক্তির সৃষ্টি বা ধ্বংস নেই, এটি কেবল এক রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তরিত হয়।

Type:1

মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি।

A বিন্দুতে বিভব শক্তি = mgh

A বিন্দুতে গতিশক্তি = 0

মোট শক্তি = mgh

B বিন্দুতে বিভব শক্তি $= mg(h-x) = mgh - mgx$

B বিন্দুতে গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m2gx$

$= mgx$

মোট শক্তি $= mgh - mgx + mgx = mgx$

C বিন্দুতে বিভব শক্তি $= 0$ [কারন $h = 0$]

C বিন্দুতে গতিশক্তি $= mgh$

মোট শক্তি $= mgh$

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে, $v^2 = u^2 + 2as$

$v^2 = 2as$

কর্মদক্ষতা (Efficiency)

শক্তির রূপান্তরের সহায়তায় আমরা আমাদের দৈনন্দিন জীবনের প্রয়োজনীয় মেটাই। যেমন:পেট্রোলিয়াম সঞ্চিত রাসায়নিক শক্তি গতি শক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে আমরা ইঞ্জিন চালাতে পারি।

কর্মদক্ষতা কখনো 100% হয়না।

ইঞ্জিনে যতটুকু শক্তি পাওয়া যায় তাকে কার্যকর শক্তি বলে।

কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলতে যন্ত্র থেকে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বোঝায়।

কর্মদক্ষতাকে η (গ্রিক ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100\%$$

Σ সূত্রের আলোচনা

FORMULA

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
W = Fs	F = বল S = সরণ W = কাজ	বলের একক নিউটন (N) কাজের একক জুল (J)

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$	E_k = গতিশক্তি m = ভর p = ভরবেগ v = বেগ	শক্তির একক জুল (J) বেগের একক ms^{-1} ভরবেগের একক $kgms^{-1}$
$W = \frac{1}{2}mv^2$, $W = mgh$ $E_P = mgh$		শক্তির একক জুল (J)
$P = \frac{W}{t}$	W = কাজ = mgh	ক্ষমতার (P) একক Watt (W) সময় (t) এর একক
$\eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি/ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি/ক্ষমতা}}$		η এর কোনো একক নেই
W = Fs	F = বল	নিউটন (N)
	S = সরণ	মিটার (m)
	W = কাজ	জুল (J)

টাইপ ভিত্তিক সমস্যাবলী

Type: 1

১. 70 kg ভরের এক ব্যক্তি 200 m উঁচু পাহাড়ে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ করেন?

সমাধান :

Given,

ব্যক্তির ভর, m = 70 kg

$F = mg = (70 \times 9.8) = 686$ N

S = 200 m

$W = Fs$

$= (686 \times 200)$ J

$= 1.372 \times 10^5$ J

২. 500 m গভীর কুয়া থেকে 60 kg লোহা তুলতে কত কাজ করতে হবে?

সমাধান:

$W = Fh$

$= mgh$

$= (60 \times 9.8 \times 500)$ J

$= 994 \times 10^3$ J

Given,

$m = 60$ kg

$h = 500$ m

$F = mg$

$W = ?$

Type:2

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{p^2}{2m}$	m = বস্তুর ভর	kg
	v = বস্তুর বেগ	ms^{-1}
	p = ভরবেগ = mv	$kgms^{-1}$

সূত্রের আলোচনা

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{m^2v^2}{2m}$ [উভয় পক্ষকে m দ্বারা গুণ করে]

$= \frac{(mv)^2}{2m}$

গতিশক্তি $= \frac{(p)^2}{2m}$

১. 4000 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh^{-1} বেগে চলছে। 1000 kg ভরের একটি গাড়ি কত বেগে চললে এর গতিশক্তি ট্রাকটির গতিশক্তির সমান হবে।

সমাধান:

ট্রাকের জন্য

$m_1 = 4000$ kg

$v_1 = 54\, kgh^{-1} = \frac{54 \times 1000}{3600}$

$= 15\, ms^{-1}$

গাড়ির জন্য

$m_2 = 1000$ kg

$v_2 = ?$

গতিশক্তি, E_{k_2}

গতিশক্তি, E_{k_1}

প্রশ্নমতে,

$E_{k_1} = E_{k_2}$

$\frac{1}{2}m_1{v_1}^2 = \frac{1}{2}m_2{v_2}^2$

$m_1{v_1}^2 = m_2{v_2}^2$

${v_2}^2 = \frac{m_1}{m_2}\ {v_1}^2$

$v_2 = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}\ v_1$

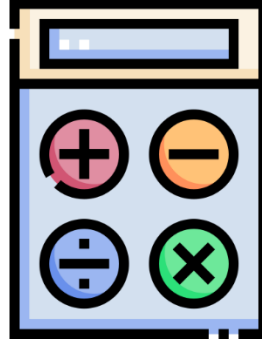
$v_2 = \sqrt{\frac{4000}{1000}} \times 15$

$v_2 = 30\ ms^{-1}$

কুইক টিপস

ক্যালকুলেটর হ্যাকস :

kmh^{-1} কে ms^{-1} এ কনভার্ট :

মান Shift CONST 19 =

২. $36\ kmh^{-1}$ দ্রুতিতে গতিশীল একটি ট্রাকের গতিবেগ কি পরিমাণ বৃদ্ধি করলে এটি দ্বিগুণ গতিশক্তি সম্পন্ন হয়।

সমাধান:

গাড়ির আদি গতিশক্তি $= E_{k_1}$

প্রশ্নমতে, $2\ E_{k_1} = E_{k_2}$

$2.\frac{1}{2}m_1{v_1}^2 = \frac{1}{2}m_2{v_2}^2$

$2{v_1}^2 = {v_2}^2$

$v_2 = \sqrt{2 \times 10^2}$

$v_2 = 14.412\ ms^{-1}$

গতিবেগের পরিবর্তন $\Delta V = V_1 - V_2$

$= 14.412 - 10$

$= 4.412\ ms^{-1}$

$V_1 = 36\ kmh^{-1}$

$= \frac{36 \times 1000}{3600}$

$= 10\ ms^{-1}$

Type:3

১. 5 g ভরের একটি গুলি 300 ms^{-1} বেগে ছুটে গিয়ে 2 cm পুরু তক্তাকে ভেদ করে যায়। 8 cm পুরু অনুরূপ একটি তক্তাকে ভেদ করতে গুলিটি কত গতিশক্তি লাভ করবে?

সমাধান:

$E_{k_1} = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.005 \times 300^2$

$= 225\ J$

বাধাদানকারী বল F হলে,

গুলি কর্তৃক কৃতকাজ, $W = E_{k_1} = Fs_1$

$225 = F \times 0.02$

$F = 11250\ N$

$W = E_{k_2} = Fs_2$

$= (11250 \times 0.08)$

$= 900\ J$

গুলির বেগ, $v = 300\ ms^{-1}$

সরণ, $s_1 = 0.02\ m$

$s_2 = 0.08\ m$

$m = 0.005\ kg$

গতিশক্তি, $E_{k_2} = ?$

Type:4

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি
$W = \frac{1}{2}mv^2, W = mgh$ বিভব শক্তি, $E_p = mgh$ গতি শক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$	m = বস্তুর ভর h = উচ্চতা E_p = বিভব শক্তি E_k = গতিশক্তি

সূত্রের আলোচনা

সূত্রের ব্যাখ্যা:

কাজ শক্তি উপপাদ্য $W = \frac{1}{2}mv^2$

বিভব শক্তি $W = mgh = \frac{1}{2}mv^2$

✓ কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুটির গতিশক্তি পরিবর্তনের সমান ; $W = \Delta E_k$

✓ কোন কণা একটি পূর্ণ চক্র সম্পন্ন করে তার আদি অবস্থানে ফিরে আসলে কণাটির উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য হবে। কারণ "মহাবিশ্বে শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট"।

$W = Fs = mgh$

$= m\left(\frac{v^2-u^2}{2}\right)$

$= \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$

$= E_k - E_P$

∴ বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুর গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

$v^2 = u^2 + 2as$

$as = \frac{v^2 - u^2}{2}$

মোট শক্তি $= 0 +$ বিভব শক্তি

$W = mgh = \frac{1}{2}mv^2$

১. দেখাও যে, A ও B বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি অপরিবর্তনীয়।

সমাধান:

Concept:

(i) সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি শূন্য

(ii) সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর বিভব শক্তি সর্বোচ্চ

A বিন্দুতে মোট শক্তি $= E_A$

A বিন্দুতে গতিশক্তি $= 0$

A বিন্দুতে বিভব শক্তি $E_{P_A} = mgh$

$= (10 \times 9.8 \times 100)\text{J}$

$= 9800\ \text{J}$

C বিন্দুতে মোট শক্তি $= E_C$

C বিন্দুতে বিভব শক্তি $E_{P_C} = mgx$

$= (10 \times 9.8 \times 2.16)J$

$= 2116.8\ J$

C বিন্দুতে গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 1536.64$

$= 7683.2\ J$

$E_C = (2116.8 + 7683.2) = 9800\ J$

$\therefore E_C = E_A$

$v^2 = u^2 + 2as$

$v^2 = 2as$

$v^2 = 2 \times 9.8 \times 78.4$

$v^2 = 1536.64$

Type:5

সূত্র	প্রতীক পরিচিতি	একক
$P = \frac{W}{t}$	$W =$ কাজ $= mgh$	ক্ষমতার (P) একক Watt (W)
		সময় (t) এর একক s

Σ সূত্রের আলোচনা

সূত্রের ব্যাখ্যা:কোনো বস্তু একক সময়ে যে পরিমাণ কাজ করে তাকে ঐ বস্তুর ক্ষমতা বলে।

ধরি, m ভরের কোনো বস্তুকে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর বিপরীত দিকে h উচ্চতায় উঠানো হয় এবং কৃতকাজ হয় W.

$W = mgh$

★ উদাহরণ

50 kg ভরের এক ব্যক্তি প্রতিটি 25 cm উঁচু 30 টি সিড়ি 15s উঠতে পারে। তার ক্ষমতা কত?

সমাধান:

Given,

$m = 50\ kg$

$h = 25 \times 30\ cm = 7.5\ m$

$t = 15\ s$

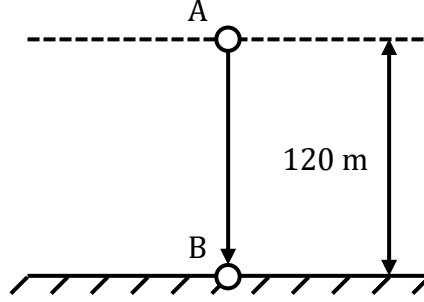
$P = \frac{W}{t}$

$= \frac{mgh}{t}$

$= \frac{50 \times 9.8 \times 7.5}{15}$

$= 245$ watt

সৃজনশীল (CQ)

প্রশ্ন-০১:

চিত্রে একটি বস্তু A হতে 200 m উঁচু হতে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু B কে 19.6 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

খ) গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কি না- ব্যাখ্যা কর।

গ) 3 s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

ঘ) ভূমি হতে বস্তুতে মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান:

ক) স্বাভাবিক অবস্থানে থেকে কোনো বস্তুকে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থান বা অবস্থায় আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে বিভব শক্তি বলে।

খ) কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে, গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

এখানে, m ভর সর্বদা ধনাত্মক এবং বেগ v ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে। কিন্তু বেগের বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক। সুতরাং গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে না।

গ) আমরা জানি,

$v = u + gt$

$= 0 + 9.8 \times 3$

$= 29\ ms^{-1}$

$\therefore$ 3 s পর A বস্তুটির বেগ 29 ms^{-1}

Here,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t = 3$ s

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

শেষ বেগ, $v = ?$

Here,

A বস্তুর আদিবেগ,

$u_A = 0\ ms^{-1}$

B বস্তুর আদিবেগ,

$u_B = 19.6\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা $H = 120$ m

ঘ) ধরি, t সময় পর A ও B বস্তুদ্বয় h উচ্চতায় মিলিত হবে।

B বস্তুর ক্ষেত্রে,

$h = u_B t - \frac{1}{2}gt^2$ [নিক্ষেপ]

A বস্তুর ক্ষেত্রে,

$H - h = u_B t + \frac{1}{2}gt^2$ [h এর মান বসিয়ে]

$H - u_B t + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2$

$H = u_B t$

$t = \frac{H}{u_B} = \frac{120}{19.6}$

$= 6.12\ s$

যদি A বস্তুটি মাটিতে পড়তে সময় বেশি লাগে তবে এক্ষেত্রে A ও B বস্তুদ্বয় মিলিত হতে পারবে।

এখন, A হতে মাটিতে পড়তে প্রয়োজনীয় সময় t হলে,

$H = u_A t + \frac{1}{2}gt'^2$

$H = \frac{1}{2}gt'^2$ $[u_A = 0\ ms^{-1}]$

$H = \frac{1}{2}gt'^2$

$t' = \sqrt{\frac{2H}{g}}$

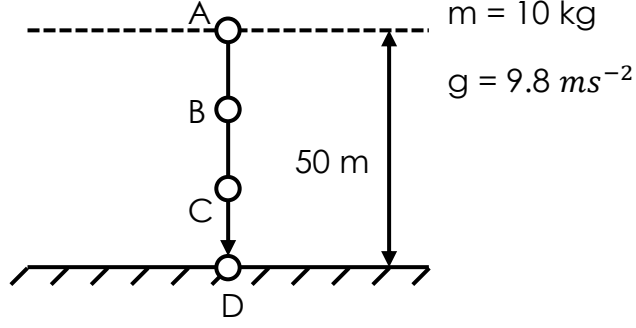
$t' = \sqrt{\frac{2 \times 120}{9.8}}$

$t' = 4.95\ s$

$t > t'$

যেহেতু, t এখানে t' অপেক্ষা বড়

∴ ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হতে পারবে না।

প্রশ্ন-০২:

চিত্রে, A হতে বস্তুটি B বিন্দুতে বিনা বাধায় নেমে আসে এবং এর গতিশক্তি 1960 J

ক) বিভব শক্তি কাকে বলে?

খ) গতিশক্তি ঋণাত্মক হতে পারে কি না- ব্যাখ্যা কর।

গ) $3\ s$ পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর।

ঘ) ভূমি হতে বস্তুতে মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান:

ক) যেসকল জৈব পদার্থকে শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাদের বায়োমাস বলে। বায়োমাস থেকে প্রাপ্ত শক্তিকে বায়োমাস শক্তি বলে।

খ) আমরা জানি, $W = Fs\cos\theta$

এখানে, F, s ও $\cos\theta$ এর যেকোনো একটি শূন্য হলেই কাজ W শূন্য হবে। $\theta = 90°$ হলে,

$W = Fs\cos 90° = 0$

∴ F ও S যেকোনো একটি শূন্য হলে এবং বল প্রয়োগে বস্তু বলের লম্ব বরাবর সরে গেলে কাজ সংঘটিত হয় না।

গ) ধরি, B এর উচ্চতা h_B

B অবস্থানে বস্তুটির বিভব শক্তি

$E_{p_B} = mgh_B - E_{k_B}$

$mgh_B = 10 \times 9.8 \times 50 - 1960$

$h_B = \frac{2940}{10\times 9.8} = 30\ m$

$\therefore AB = h_A - h_B$

$= 50 - 30 = 20\ m$

Here,

বস্তুর ভর, $m = 10\ kg$

A এর উচ্চতা, $h_A = 50\ m$

B অবস্থান গতিশক্তি, $E_{k_B} = 1960\ J$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ঘ) A বিন্দুর মোট শক্তি, $E_A = E_{k_A} + E_{p_A}$

$= \frac{1}{2}m{v_A}^2 + mgh_A$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 0 + 10 \times 9.8 \times 50$

$= 4900\ J$

C বিন্দুতে বস্তুর বেগ, $v_C = \sqrt{2g(h_A - h_C)}$

$= \sqrt{2 \times 9.8(50 - 25)}$

$= 22.13\ ms^{-1}$

Here,

A বিন্দুর উচ্চতা, $h_A = 50\ m$

C বিন্দুর উচ্চতা, $h_C = 50 - 25\ m$

D বিন্দুর উচ্চতা, $h_D = 0\ m$

A বিন্দুর বেগ, $v_A = 0$

We know,

মোট শক্তি = গতিশক্তি + বিভব শক্তি

C বিন্দুর মোট শক্তি, $E_C = E_{K_C} + E_{p_C}$

$= \frac{1}{2}m{v_C}^2 + mgh_C$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 490 + 10 \times 9.8 \times 25$

$= 4900\ J$

D বিন্দুতে বস্তুর বেগ, ${v_D}^2 = u^2 + 2gh$

$= 0 + 2 \times 9.8 \times 50$

$= 980\ m^2s^{-2}$

D বিন্দুর মোট শক্তি, $E_D = E_{K_P} + E_{p_P}$

$= \frac{1}{2}m{v_D}^2 + mgh_D$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 980 + 10 \times 9.8 \times 0$

$= 4900\ J$

$\therefore E_A = E_C = E_D$

∴ A, B, D বিন্দুতে শক্তির রূপান্তর প্রক্রিয়া শক্তির নিত্যতা সূত্র অনুসরণ করে।

প্রশ্ন-০২: $120m$ উচ্চতায় $20\ kg$ ভরের একটি বস্তু রাখা আছে।

ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

খ) লব্ধ কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার ওপর নির্ভর করে কেন?

গ) বস্তুটির মুক্তভাবে পড়তে দিলে ভূমি স্পর্শের ঠিক পূর্ব মুহূর্তে বেগ কত হবে?

ঘ) ভূমি হতে কত উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুর গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক) কোনো যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা ও ঐ যন্ত্রের প্রদত্ত ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

খ) কর্মদক্ষতা হচ্ছে কোনো যন্ত্রের মোট গৃহীত শক্তির কত অংশ কাজে রূপান্তরিত হতে পারে তার শতকরা। কর্মদক্ষতা যত বেশি সেটি তার দ্বারা শোষিত শক্তির তত বেশি অংশ কাজে রূপান্তরিত করতে সক্ষম। কর্মদক্ষতা কমের ক্ষেত্রেও দেখা যায় গৃহীত শক্তির কম অংশ কাজে রূপান্তরিত হয়। তাই বলা যায়, কর্মদক্ষতা লভ্য কার্যকর শক্তির উপর নির্ভর করে।

গ) এখানে, মুক্তভাবে ছেড়ে দিলে ভূমি স্পর্শের পূর্বমুহূর্তে বেগ v,

$V = \sqrt{u^2 + 2gh}$

$= \sqrt{0^2 + 2 \times 9.8 \times 120}$

$= 48.5\ ms^{-1}$

বস্তুর ভর, $\mathrm{m} = 20\ \mathrm{kg}$

উচ্চতা, $\mathrm{h} = 120\ \mathrm{m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $\mathrm{g} = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$

আদিবেগ, $\mathrm{u} = 0$ [স্থির ছিল]

ঘ) ধরি, ভূমি হতে x উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুটির গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

এক্ষেত্রে বস্তুর উচ্চতা, $\mathrm{h} = 120\ \mathrm{m}$

x উচ্চতায় বিভব শক্তি $= mgx$

গতিশক্তি $= \frac{1}{3} \times mgx$

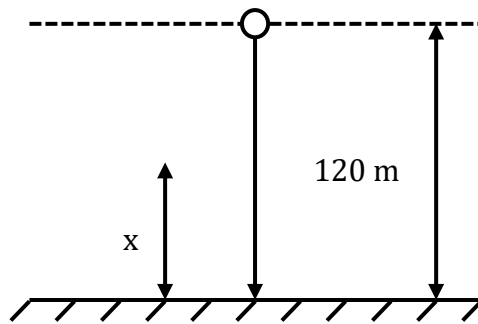
$\therefore\ mgx + \frac{1}{3} \times mgx = mgh$

$\frac{4}{3} mgx = mgh$

$\frac{4}{3} x = h$

$x = \frac{3}{4} \times 120$

$= 90\ m$

ভূমি হতে $90\ m$ উচ্চতায় বস্তুর গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-তৃতীয়াংশ হবে।

প্রশ্ন-০৪: একটি বস্তুর ভর $20\ g$। বস্তুটিকে নির্দিষ্ট বেগে বাধাহীনভাবে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। $10s$ পর ভূপৃষ্ঠ থেকে সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌঁছায়।

ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

খ) ক্ষমতার মাত্রা নির্ণয় কর।

গ) নিক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় পৌঁছিছিল?

ঘ) নিক্ষেপের $4s$ পর বস্তুটির অর্জিত যান্ত্রিক শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান:

ক) কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

খ) We know, ক্ষমতা $= \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$

$= \frac{\text{বল} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$

$= \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$

$= \frac{\text{ভর} \times \text{সরণ} \times \text{সরণ}}{(\text{সময়})^2 \times \text{সময়}}$

$= \frac{\text{ভর} \times (\text{দৈর্ঘ্য})^2}{(\text{সময়})^3}$

$[P] = \frac{ML^2}{T^3}$

$= ML^2T^{-3}$

গ) ধরি, নিক্ষিপ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ h উচ্চতায় পৌঁছাবে।

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0$

সময়, $t = 10s$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

নিক্ষিপ্ত বেগ, $u = ?$

We know,

$v = u - gt$

$u = v + gt$

$= gt$

$= 9.8 \times 10$

$= 98\ ms^{-1}$

আবার, $v^2 = u^2 + 2gh$

$h = \frac{v^2 - u^2}{2g}$

$= \frac{98^2}{2 \times 9.8}$

$= 490\ m$

ঘ) $4s$ এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

আদিবেগ, $u = 98\ \mathrm{ms^{-1}}$

সময়, $t = 4\ sec$

ভর, $m = 20\ g = 0.02\ kg$

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

$= 98 \times 4 - \frac{1}{2}9.8 \times 4^2$

$= 313.6\ m$

আবার, $4s$ পর বেগ,

$v = u - gt$

$= 98 - 9.8 \times 4$

$= 58.8\ \mathrm{ms^{-1}}$

$\therefore$ $4s$ পর বস্তুটির অর্জিত যান্ত্রিক শক্তি, $= \mathrm{E_k} + \mathrm{E_p}$

$= \frac{1}{2}mv^2 + mgh$

$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (58.8)^2 + 0.02 \times 9.8 \times 313.6$

$= 96.04\ J$

প্রশ্ন-০৫: একটি যন্ত্রের সাহায্যে 500 kg পানি 5 মিনিটে 50 m উচ্চতায় উঠানো হলো। যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 45% আবার, 4 kg ভরের একটি বস্তুকে 40 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক) কাজ কাকে বলে?

খ) কর্মদক্ষতার মান 1 এর বেশি হয় না কেন?

গ) উক্ত বস্তুটির কত উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে?

ঘ) যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 10% বেশি হলে ব্যয়িত শক্তির কি পরিমাণ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক) কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল ও বলের দিকে সরনের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

খ) কর্মদক্ষতা হলো মোট কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাত।

কর্মদক্ষতা $= \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$

কোনো যন্ত্র মোট প্রদত্ত শক্তির চেয়ে বেশি শক্তি ব্যবহারে কাজ করতে পারে না। তাই কর্মদক্ষতার মান 1 এর বেশি হয় না

গ) ধরি, h উচ্চতায় বস্তুর বিভব শক্তি গতি শক্তির দ্বিগুণ হবে।

শর্তমতে, $\mathrm{E_p} = 2E_k$

বা, $mgh = 2 \times \frac{1}{2}mv^2$

বা, $gh = v^2$

বা, $h = \frac{v^2}{g}$

বা, $gh = u^2 - 2gh$

বা, $3gh = u^2$

বা, $h = \frac{v^2}{3g}$

বা, $= \frac{40^2}{3\times 9.8}$

বা, $= 54.42\ m$

ভূমি হতে $54.42\ m$ উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে।

নিক্ষিপ্ত বেগ, $u = 40\ \mathrm{ms^{-1}}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $\mathrm{g} = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$

বস্তুর ভর, $m = 4\ kg$

বিভব শক্তি, E_p

গতিশক্তি, E_k

ঘ) কার্যকর শক্তি $W = mgh$

$= 500 \times 9.8 \times 50$

$= 245000$

আবার,

ব্যয়িত শক্তি $=$ পরিবর্তিত ব্যয়িত শক্তি $-$ যন্ত্রটির ব্যয়িত শক্তি

পানির ভর, $m = 500kg$

সময়, $t = 5\ min = 300\ s$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ \mathrm{ms^{-2}}$

উচ্চতা, $h = 50\ m$

$= \frac{245000}{55}\% - \frac{245000}{45}\%$

$= 445454.55 \text{ J} - 544444.44 \text{ I J}$

$= -98989.9 \text{ J}$

যেহেতু মান ঋণাত্মক

সুতরাং এখানে ব্যয়িত শক্তি হ্রাস দেখা যাচ্ছে।

ব্যয়িত শক্তি 98989.9 J হ্রাস পায়।

কর্মদক্ষতা, $\eta = 45\%$

10% বৃদ্ধিতে $\eta = (45 + 10)\%$

$= 55\%$

প্রশ্ন-০৬: দৃশ্যপট-১:588W ক্ষমতার একজন লোক 300g ভরের একটি বলকে 40m/s বেগে উপরের দিকে ছুঁড়ে দেন।

দৃশ্যপট-২:2KW ক্ষমতার একটি মোটর 20s এ 100kg ভরের একটি বস্তুকে 20m উচ্চতায় তুলতে পারে।

ক) এক জুল কাকে বলে?

খ) ভরবেগ ও গতিশক্তি মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

গ) দৃশ্যপট -১ এ কত উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে?

ঘ) দৃশ্যপট-২ এ মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয়ের মাধ্যমে শক্তির অপচয়ের পরিমাণ ও প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:

ক) কোনো বস্তুর ওপর এক নিউটন বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটির বলে দিকে এক মিটার সরণ হয় তবে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে এক জুল বলে।

খ) গতিশক্তি,

$E_k = \frac{1}{2}mv^2$

ভরবেগ, $P = mv$

$P^2 = m^2v^2$

$\frac{P^2}{2m} = \frac{mv^2}{2}$

$\frac{P^2}{2m} = E_k$

বস্তুর ভর ধ্রুবক তাই $T \propto P^2$

গতিশক্তি বস্তুর ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।

গ) ধরি, h উচ্চতায় বলটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান।

নিক্ষিপ্ত বেগ, $u = 40\ ms^{-1}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$
বিভব শক্তি, E_p
গতিশক্তি, E_k

$E_p = E_k$

বা, $mgh = \frac{1}{2}mv^2$

বা, $gh = \frac{1}{2}(u^2 - 2gh)$

বা, $gh = \frac{1}{2}u^2 - gh$

বা, $2gh = \frac{1}{2}u^2$

বা, $4gh = u^2$

বা, $h = \frac{u^2}{4g} = \frac{40^2}{4\times9.8} = 40.82\ m$

$40.82\ m$ মোটরের কার্যকর ক্ষমতা,

ঘ) মোটরের কার্যকর ক্ষমতা, $P = \frac{mgh}{t}$

বস্তুর ভর, $m = 100kg$
সময়, $t = 20s$
মোটরের ক্ষমতা, $p = 2\ KW$
উচ্চতা, $h = 20\ m$

$= \frac{100\times9.8\times20}{20}$

$= 980\ W$

মোটরটির কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{P\prime}{P} \times 100\%$

$= \frac{980}{2000} \times 100\%$

$= 49\ \%$

$= 0.49$

শক্তির অপচয়, $= (1 - \eta)P't$

$= (1 - 0.49) \times 2000 \times 20s$

$= 20400\ J$

প্রদানকৃত শক্তি, $Pt = 2000 \times 20$

$= 40000\ J$

দেখা যায় 40000 J শক্তি প্রদানে 20400 J শক্তি অপচয় হয়।

প্রশ্ন-০৭: ৩টি মোটরের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে 35%, 40%, 45%. তাদের প্রত্যেকটির ক্ষমতা $0.5\ KW$. প্রথম মোটরের সাহায্যে ভূপৃষ্ঠ হতে $20m$ উচ্চতায় রাখা ট্যাংকে পানি তুলতে $5\ min$ সময় লাগে।

ক) ক্ষমতা কাকে বলে?

খ) সমান বল প্রয়োগ করলেও সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হয় না কেন?

গ) ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভব শক্তি নির্ণয় কর।

ঘ) তিনটি মোটর দিয়ে পৃথকভাবে ট্যাংকটি পূর্ণ করার জন্য কৃতকার্যের কোনো পরিবর্তন হবে কি? যৌক্তিক মতামত দাও।

সমাধান:

ক) একক সময়ে কৃতকাজকে ক্ষমতা বলে।

খ) আমরা জানি,

কাজ = বল × বলের দিকে সরণের উপাংশ

F বল প্রয়োগের ফলে বলের দিকের সরণ S হলে,

কাজ $= W = Fs$. আবার সরণ θ কোনে হলে $W = Fs\cos\theta$. θ যদি $90°$ হয় তবে $W = 0$ হয়

তাই বলা যায় সমান বল প্রয়োগ করা হলেও সকল ক্ষেত্রে কাজ সমান হয় না।

গ) We know, $P' = \eta P$

মোটরের কর্মদক্ষতা, $\eta = 35\%$

ক্ষমতা, $P = 0.5KW = 500W$

ট্যাংকের উচ্চতা, $h = 20\ m$

সময়, $t = 5\ min = 300s$

$\eta = \frac{P'}{P}$

$P' = 35\% \times 500\ W$

$= 175\ W$

ধরি, ট্যাংকের পানির ভর, m kg

পানির অর্জিত বিভব শক্তি, V

এখানে, $P' = 175\ W$

$\frac{mgh}{t} = 175$

$mgh = 175 \times 300$

$V = 52500\ J\ [V = mgh]$

১ম মোটরের $\eta_1 = 35\%$

২য় মোটরের $\eta_1 = 40\%$

৩য় মোটরের $\eta_1 = 45\%$

$P = 500\ W$

ঘ) গ হতে পাই, $V = 52500$ J

$mgh = 52500$

$m = \frac{52500}{9.8\times20}$

$m = 267.85\ kg$

১ম মোটরের কর্তৃক কৃত কাজ, $W = Pt$

$= mgh$

$= 52500$ J

$t_1 = 5$ min

এখানে,

$W = P_2 t_2$

$W = \eta_2 P t_2$

$$t_2 = \frac{W}{\eta_2 P} = \frac{52500}{0.40 \times 500}$$

$= 262.5\ s$

$= 4.375\ min$

আবার,

$$t_3 = \frac{W}{\eta_3 P} = \frac{52500}{0.45 \times 500}$$

$= 233.33\ s$

$= 3.89\ min$

$t_1 \neq t_2 \neq t_3$

কৃতকাজের পরিবর্তন না হলেও সময়ের পরিবর্তন লক্ষ করা যায়।

প্রশ্ন-০৬: রহিমের ভর $40\ kg$ করিমের ভর $80\ kg$. তারা উভয়েই নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে $200m$ দৌড় প্রতিযোগিতা শুরু করলে যথাক্রমে $100s$ ও $200s$ এ গন্তব্যে পৌঁছায়। প্রতিযোগিতা শেষে তাদের বিজ্ঞান শিক্ষক বলেন, তোমাদের দুজনের ক্ষমতা ভিন্ন হলেও কৃতকাজ সমান হয়েছে।

ক) এক ওয়াট = কত Hp?

খ) কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 70% বলতে কী বোঝায়?

গ) প্রথম বালকের কর্মদক্ষতা 40% হলে ক্ষমতা কত?

ঘ) বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির যৌক্তিক কারণ ছিল কি? তোমার মতামত দাও।

সমাধান:

ক) এক ওয়াট $= 1.34 \times 10^{-3}$ Hp

খ) কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা 70% বলতে বোঝায়, ঐ যন্ত্রে 100 J শক্তি দেয়া হলে তা থেকে 70 J লভ্য কার্যকর শক্তি হবে।

$$\eta = \frac{E_{output}}{E_{Input}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{P_{output}}{P_{Input}} \times 100\%$$

গ) ১ম বালকের কার্যকর ক্ষমতা,

$P_1 = \frac{m_1 a_1 s}{t_1}$ ....(i)

এখানে, $s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 {t_1}^2$

$s = \frac{1}{2} a_1 {t_1}^2$

$a_1 = \frac{2s}{{t_1}^2}$

$= \frac{2 \times 200}{100^2}$

$= 0.04 \text{ ms}^{-2}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 200$ m

সময়, $t = 100$ s

কর্মদক্ষতা, $\eta = 40\%$

(i) নং এ a এর মান বসিয়ে, $P_1 = \frac{40 \times 0.04 \times 200}{100}$

$= 3.2$ W

ক্ষমতা $= \frac{P_1}{\eta} = \frac{3.2}{0.4} = 8$ W

ঘ) ১ম বালকের কৃতকাজ,

$W_1 = m_1 a_1 s$

$= 40 \times 0.04 \times 200$

$= 320$ J

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 200\ \text{m}$

সময়, $t_2 = 200\ \text{s}$

ভর, $m_2 = 80\ \text{kg}$

$m_1 = 40\ \text{kg}$

$a_2 = ?$

$P_1 = 32\ \text{W}$

ত্বরণ, $a_2 = \frac{2s}{{t_2}^2}$

$= \frac{2\times200}{200^2}$

$= 0.01\ \text{ms}^{-2}$

২য় বালকের কৃতকাজ,

$W_2 = m_2 a_2 s$

$= 80 \times 0.01 \times 200$

$= 160\ \text{J}$

কার্যকর ক্ষমতা $P_2 = \frac{W_2}{t_2}$

$= \frac{160}{200}$

$= 0.8\ \text{W}$

$W_1 \neq W_2$

$P_1 \neq P_2$

∴ বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির কোনো যৌক্তিক কারণ ছিল না।

প্রশ্ন-০৯: $1\ kW$ ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা $100\ kg$ পানি $5m$ উচ্চতায় তুলতে $10s$ সময় লাগে।

ক) হটস্পট কি?

খ) কোনো বৈদ্যুতিক উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা 200 MW বলতে কী বোঝায়?

গ) সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

ঘ) যদি সম্পূর্ণ পানি উত্তোলন করতে $2s$ সময় বেশি লাগে তবে কর্মদক্ষতার কিরূপ পরিবর্তন হবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক) ভূতাত্ত্বিক পরিবর্তনের ফলে গলিত ম্যাগমা উপরের দিকে উঠে যে স্থানে জমা হয় তাকে হটস্পট বলে।

খ) কোনো বৈদ্যুতিক উৎপাদন কেন্দ্রের ক্ষমতা 200 KW বলতে বোঝায়, ঐ বৈদ্যুতিক উৎপাদন কেন্দ্র হতে প্রতি সেকেন্ডে 200 KJ শক্তি সরবরাহ হয়।

গ) আমরা জানি,

$W = mgh$

$= 100 \times 9.8 \times 5$

$= 4.9 \times 10^{-3}$ J

∴ সম্পূর্ণ পানি উত্তোলনে কৃতকাজ 4.9×10^{-3} J

পানির ভর, $m = 100$ kg

উচ্চতা, $h = 5$m

কৃতকাজ, W =?

ঘ) ১ম বার কার্যকর ক্ষমতা, $P_1 = \frac{W}{t_1}$

$= \frac{4.9\times10^{-3}}{10}$

$= 490$ W

২য় বার কার্যকর ক্ষমতা, $P_2 = \frac{W}{t_2}$

$= \frac{4.9\times10^{-3}}{12}$

$= 408.32$ W

কৃতকাজ, $W = 4.9 \times 10^{-3}$ J

সময়, $t = 10$s

2s পর $t = 10 + 2 = 12s$

ক্ষমতা, $P = 1$ KW $= 1000$ W

১ম বার কার্যকর কর্মদক্ষতা, $\eta_1 = \frac{P_1}{P} \times 100\% = \frac{490}{1000} \times 100\% = 49\ \%$

২য় বার কার্যকর কর্মদক্ষতা,

$\eta_2 = \frac{P_2}{P} \times 100\% = \frac{408.32}{1000} \times 100\% = 40.833\ \%$

কর্মদক্ষতা হ্রাস পায় $= (49 - 40.833\ \%) = 8.167\ \%$

প্রশ্ন-১০: 8 kg ও 4 kg ভরের দুটি বস্তু একই সরলরেখা বরাবর চলছিল। উহাদের বেগ 15 ms^{-1} ও$10\ ms^{-1}$ যথাক্রমে ছিল। কোনো এক সময় প্রথম বস্তুটি দ্বিতীয় বস্তুটিকে ধাক্কা দেয়। ফলে প্রথম বস্তুর বেগ $10\ ms^{-1}$ হয়।

ক) নিউক্লিয় শক্তি কি?

খ) একটি হালকা বস্তু ও একটি ভারী বস্তু উভয়ের ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে?

গ) প্রথম বস্তুর বলের ঘাত কত?

ঘ) উদ্দীপকের ঘটনায় গতিশক্তি সংরক্ষিত হয় কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

ক) নিউক্লিয় ফিশন বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শক্তিই নিউক্লিয় শক্তি।

খ) আমরা জানি, ভরবেগ ও গতিশক্তি মধ্যে সম্পর্ক–

$$T = \frac{P^2}{2m}$$

$$T \propto \frac{1}{m}$$

তাহলে বলা যায় যার ভর বেশি তার গতিশক্তি কম। তাই একটি হালকা এবং একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে হালকা বস্তুর গতিশক্তি ভারী বস্তু অপেক্ষা বেশি।

গ) আমরা জানি,

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

$= m_1(u_1 - v_1)$

$= 8\,(15 - 10)$

$= 40\ kgms^{-1}$

প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 8\ kg$

সংঘর্ষের পূর্বে

১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 15\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পর বেগ, $v_1 = 10\ ms^{-1}$

ঘ) আমরা জানি,

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$v_2 = \frac{m_1u_1 + m_2u_2 - m_1v_1}{m_2}$

$= \frac{8\times15 + 4\times10 - 8\times10}{4}$

$= 20\ ms^{-2}$

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}m_1{u_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{u_2}^2$

$= \frac{1}{2}\times 8\times 15^2 + \frac{1}{2}\times 4\times 10^2$

$= 1100\ \mathrm{J}$

সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি, $T' = \frac{1}{2}m_1{v_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{v_2}^2$

$= \frac{1}{2}\times 8\times 10^2 + \frac{1}{2}\times 4\times 20^2$

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 8\ kg$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 4\ kg$

সংঘর্ষের পূর্বে

১ম বস্তুর বেগ, $u_1 = 15\ ms^{-1}$

২য় বস্তুর বেগ, $u_2 = 10\ ms^{-1}$

সংঘর্ষের পর

১ম বেগ, $v_1 = 10\ ms^{-1}$

২য় বেগ, $v_2 = ?$

$= 1200$ J

$T \neq T'$

অতএব বলা যায়, গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

বহুনির্বাচনী (MCQ)

১) $70\ kg$ ভরের এক ব্যক্তি $200m$ উঁচু পাহাড়ে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ করেন? [$g = 9.8\ ms^{-2}$]

ক) $1.37 \times 10^5\ J$ খ) $1.37 \times 10^{-5}\ J$ গ) $1.372 \times 10^3\ J$ ঘ) $1.372 \times 10^{-3}\ J$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$W = mgh$

$= 70 \times 9.8 \times 200 = 1.37 \times 10^5\ J$

২) $500\ kg$ ভরের একটি বস্তু $20ms^{-1}$ বেগে চলছে। বস্তুটিতে $0.5ms^{-2}$ মন্দন সৃষ্টি হয়। $10\ s$ পর গতিশক্তি কত হবে?

ক) $5.625 \times 10^4\ J$ খ) $1 \times 10^5\ J$ গ) 1.125×10^5 ঘ) 1.5625×10^5 উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $\mathrm{v} = u - at$

$= 20 - 0.5 \times 10 = 15ms^{-1}$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times (15)^2$

$= 5.625 \times 10^4\ J$

৩) নিশাত $10\ kg$ মাল নিয়ে $850m$ উঁচু একটি পাহাড়ে আরোহণ করেন। তার নিজের ভর $55\ kg$। তার দ্বারা কৃতকাজ কত? [$\mathrm{g} = 9.8\ \mathrm{ms}^{-2}$]

ক) $4.6 \times 10^5\ J$ খ) $5.4 \times 10^5\ J$ গ) $5.5 \times 10^5\ J$ ঘ) $8.3 \times 10^5\ J$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$W = mgh$

$= (10 + 55) \times 9.8 \times 850 = 5.4 \times 10^5\ J$

8) $60\ kg$ ভরের একজন দৌড়বিদ $12.5\ s$ এ $100m$ দূরত্ব অতিক্রম করলে তার গতিশক্তি কত জুল হবে?

ক) $240\ J$ খ) $480\ J$ গ) $1920\ J$ ঘ) $3840\ J$ উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $v = \frac{s}{t} = \frac{100}{12.5} = 8$

$\therefore E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 60 \times (8)^2$

$= 1920\ J$

৫) $5\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে $50m$ উঁচু দালানের ছাঁদ থেকে নিচে ফেলা হলে ভূমি স্পর্শ করার আগ মুহূর্তে গতিশক্তি কত?

ক) $245\ J$ খ) $490\ J$ গ) $1225\ J$ ঘ) $2450\ J$ উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $v^2 = u^2 + 2gh$

$= u^2 + 2gh = 2\text{gh} = 2 \times 9.8 \times 50 = 980ms^{-1}$

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 980$

$= 2450\ J$

৬) $50\ kg$ ভরের এক বালক $7\ ms^{-1}$ বেগে দৌড়ালে তার গতিশক্তি কত?

ক) $350\ J$ খ) $490\ J$ গ) $1225\ J$ ঘ) $3430\ J$ উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 50 \times (7)^2$

$= 1225\ J$

৭) $40\ kg$ ভরের এক বালক $12\ s$ এ $6m$ উঁচু সিঁড়ি অতিক্রম করলে তার ক্ষমতা কত ওয়াট হবে?

ক) 20 খ) 32.66 গ) 196 ঘ) 786 উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $p = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{40 \times 9.8 \times 6}{12}$

$= 196$

৮) একটি যন্ত্র $200\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে মাটি থেকে $50m$ উচ্চতায় $50\ s$ সময়ে তুলতে পারে। যন্ত্রটির ক্ষমতা কত? $[g = 10ms^{-2}]$

ক) $0.12\ kW$ খ) $2\ kW$ গ) $6\ kW$ ঘ) $300\ kW$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: $p = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{200 \times 10 \times 50}{50} = 2000\ W = 2\ kW$

৯) 5 MeV = কত জুল?

ক) $3.2 \times 10^{-11}\,J$ খ) $3.2 \times 10^{-11}\,J$ গ) $8 \times 10^{-13}\,J$ ঘ) $8 \times 10^{-11}\,J$ উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $1MeV = 1.6 \times 10^{-13}\,J$

$\therefore 5MeV = (1.6 \times 10^{-13} \times 5)\,J$

$= 8 \times 10^{-13}\,J$

১০) একটি যন্ত্র $200\,kg$ ভরের একটি বস্তুকে $50\,s$ সময়ে ভুমি হতে $30m$ উপরে উঠাতে পারে। যন্ত্রটির ক্ষমতা কত?

ক) $0.12\,kW$ খ) $1.176\,kW$ গ) $6.2\,kW$ ঘ) $300\,kW$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: $p = \frac{mgh}{t}$

$= \frac{200 \times 9.8 \times 30}{50}$

$= 1176\,W = 1.176\,kW$

১১) একটি ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 45%। এতে $90\,J$ শক্তি সরবরাহ করলে কতটুকু কাজে রূপান্তর হবে?

ক) $80\,J$ খ) $49.51\,J$ গ) $45\,J$ ঘ) $40.5\,J$ উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $\eta = \frac{E_o}{E_1} \times 100\%$

$E_o = \frac{E_1 \times \eta}{100\%} = \frac{90 \times 45\%}{100\%}$

$= 40.5\,J$

১২) $7\,kg$ ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ হতে $15m$ উচ্চতায় তুললে বিভবশক্তি কত হবে?

ক) $1470\,J$ খ) $1029\,J$ গ) $735\,J$ ঘ) $570\,J$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: $\mathrm{V} = mgh$

$= 7 \times 9.8 \times 15$

$= 1029\,J$

১৩) $60\,kg$ ভরের এক ব্যক্তি $2\,km$ উঁচু পর্বতে আরোহণ করলে তিনি কত কাজ সম্পন্ন করেন?

ক) $1.176 \times 10^{6}\,J$ খ) $1.478 \times 10^{4}\,J$ গ) $1.2 \times 10^{5}\,J$ ঘ) $5.889 \times 10^{5}\,J$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $W = mgh$

$= 60 \times 9.8 \times 2000$

$= 1.176 \times 10^6\ J$

১৪) $3000\ J$ গতিশক্তি বিশিষ্ট একজন দৌড়বিদের বেগ $10\ ms^{-1}$ হলে তার ভর কত?

ক) $50\ kg$ খ) $160\ kg$ গ) $70\ kg$ ঘ) $60\ kg$ উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$m = \frac{2\ E_k}{v^2}$

$= \frac{2 \times 3000}{(10)^2} = 60\ kg$

১৫) $1\ kWh =$ কত?

ক) $3.6 \times 10^6\ J$ খ) $7.6 \times 10^6\ J$ গ) $3.6 \times 10^5\ J$ ঘ) $4.8 \times 10^6\ J$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $1\ kWh = 1000\ Wh$

$1\ Wh = 3600\ J$

$\therefore 1000\ Wh = 3600 \times 1000$

$= 3.6 \times 10^6\ J$

১৬) $1\ Wh =$ কত?

ক) $3.6 \times 10^6\ J$ খ) $3600\ J$ গ) $3.6 \times 10^2\ J$ ঘ) কোনটিই নয় উত্তর: খ

১৭) $1\ kg$ ভরের এক পাখি ভুপৃষ্ঠ থেকে $10\ m$ উপর দিয়ে $10 ms^{-1}$ বেগে উড়ে যাচ্ছে। এ অবস্থায় পাখিটির বিভবশক্তি কত?

ক) $10\ J$ খ) $50\ J$ গ) $98\ J$ ঘ) $980\ J$ উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $V = mgh$

$= 1 \times 9.8 \times 10$

$= 98\ J$

১৮) $20\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে ভুপৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় উঠালে বিভবশক্তি $600\ J$ হবে?

ক) $3.06\ m$ খ) $3.5\ m$ গ) $2.46\ m$ ঘ) $2.9\ m$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $V = mgh$

$h = \frac{V}{mg}$

$= \frac{600}{20 \times 9.8} = 3.06\ m$

১৯) $1260\ J$ গতিশক্তি বিশিষ্ট কোনো দৌড়বিদের বেগ $6\ ms^{-1}$ হলে তার ভর কত?

ক) $50\ kg$ খ) $60\ kg$ গ) $70\ kg$ ঘ) $80\ kg$ উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$m = \frac{2\ E_k}{v^2}$

$= \frac{2 \times 1260}{(6)^2} = 70\ kg$

২০) $1\ cal =$?

ক) $4.2\ J$ খ) $4.8\ J$ গ) $0.24\ J$ ঘ) $5.2\ J$ উত্তর: ক

২১) কোনো বস্তুর বেগ 3 গুণ করা হলে গতিশক্তি বাড়ে –

ক) 300% খ) 600% গ) 800% ঘ) 900% উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: $E_k \propto v^2$

∴ বেগ 3 গুণ হলে গতিশক্তি হবে 9 গুণ বা 900%

অর্থাৎ, গতিশক্তি বাড়বে 800%।

২২) শক্তির একক কোনটি?

ক) Ns^{-1} খ) $kgms^{-1}$ গ) $Nkgms^{-1}$ ঘ) kgm^2s^{-2} উত্তর: ঘ

২৩) বস্তুর বেগ তিনগুণ হলে গতিশক্তি কত হবে?

ক) এক-তৃতীয়াংশ খ) তিনগুণ গ) ছয়গুণ ঘ) নয়গুণ উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $E_k \propto v^2$

∴ বেগ তিনগুণ হলে গতিশক্তি হবে নয়গুণ

২৪) সৌরশক্তি দিয়ে তৈরি করা যায় কোনটি?

ক) জলবিদ্যুৎ খ) নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎকেন্দ্র গ) বিদ্যুৎ ঘ) তাপবিদ্যুৎ কেন্দ্র উত্তর: গ

২৫) ক্ষমতার মাত্রা কোনটি?

ক) ML^2T^{-2} খ) ML^2T^{-3} গ) MLT^{-2} ঘ) $ML^{-1}T^{-2}$ উত্তর: খ

২৬) বল ও বেগের গুণফল কী?

ক) কাজ	খ) শক্তি	গ) ক্ষমতা	ঘ) ভরবেগ	উত্তর: গ

২৭) কাজের মাত্রা কোনটি?

ক) ML^2T^{-3}	খ) ML^2T^{-2}	গ) MLT^{-2}	ঘ) $ML^{-1}T^{-2}$	উত্তর: খ

২৮) নিচের কোনটি অনবায়নযোগ্য শক্তির উৎস?

ক) নিউক্লিয়ার শক্তি	খ) বায়োমাস	গ) সৌরশক্তি	ঘ) বায়ুশক্তি	উত্তর: ক

২৯) নিচের কোনটি যান্ত্রিক শক্তির অংশ?

ক) তড়িৎশক্তি	খ) গতিশক্তি	গ) রাসায়নিক শক্তি	ঘ) চৌম্বকশক্তি	উত্তর: খ

৩০) তাপ বিদ্যুৎকেন্দ্রের প্রধান উপাদান কোনটি?

ক) কয়লা	খ) খনিজ তেল	গ) বাতাস	ঘ) সৌরশক্তি	উত্তর: ক

৩১) বায়োগ্যাস উৎপাদনে গোবর ও পানির মিশ্রণের অনুপাত –

ক) ১:২	খ) ২:১	গ) ২:৩	ঘ) ৪:৫	উত্তর: ক

৩২) শক্তির সবচেয়ে সাধারণ রূপ কোনটি?

ক) তাপশক্তি	খ) তড়িৎশক্তি	গ) শব্দশক্তি	ঘ) যান্ত্রিক শক্তি	উত্তর: ঘ

৩৩) গাড়ির ইঞ্জিনে শক্তির রূপান্তরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?

ক) যান্ত্রিক শক্তি → রাসায়নিক শক্তি	খ) রাসায়নিক শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি	
গ) তাপ শক্তি → রাসায়নিক শক্তি	ঘ) রাসায়নিক শক্তি → তড়িৎ শক্তি	উত্তর: গ

৩৪) বিভব শক্তির একক কোনটি?

ক) প্যাসকেল	খ) নিউটন	গ) ওয়াট	ঘ) জুল	উত্তর: ঘ

৩৫) স্থিতিশক্তি বেশি কোন পদার্থে?

ক) কঠিন	খ) তরল	গ) বায়বীয়	ঘ) গ্যাসীয়	উত্তর: ক

৩৬) $1\ kW =$ কত অশ্ব ক্ষমতা?

ক) 1.34	খ) 746	গ) 1.34×10^5	ঘ) 7.46×10^5	উত্তর: ক

৩৭) ম্যাগমা কী?

ক) বায়োমাস	খ) ডায়নামো	গ) তাপশক্তি	ঘ) গলিত শিলা	উত্তর: ঘ

৩৮) কোন রাশি যুগলের মাত্রা ভিন্ন?

ক) দ্রুতি, বেগ	খ) কাজ, ক্ষমতা	গ) ত্বরণ, মন্দন	ঘ) বল, ওজন	উত্তর: খ

৩৯) কোনো বস্তুর নির্দিষ্ট উচ্চতায় বিভবশক্তি কীরূপ?

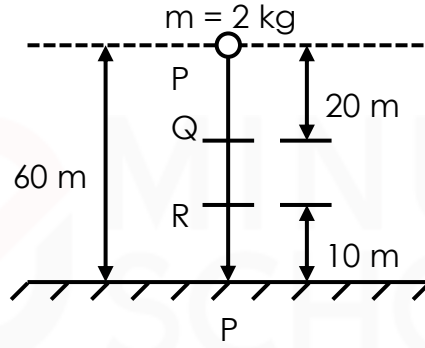
ক) বস্তুর বেগের সমানুপাতিক
খ) ভরের বর্গের সমানুপাতিক
গ) ভরের ব্যস্তানুপাতিক
ঘ) ভরের সমানুপাতিক
উত্তর: ঘ

৪০) কর্মদক্ষতা –

i. 100% এর অধিক হতে পারে না
ii. একটি এককবিহীন রাশি
iii. লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাত

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii
খ) i ও iii
গ) ii ও iii
ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: ঘ

নিচের চিত্র থেকে ৪১ ও ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

৪১) P অবস্থানে বিভবশক্তি কত?

ক) $588\ J$
খ) $784\ J$
গ) $980\ J$
ঘ) $1176\ J$
উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $V = mgh$

$= 2 \times 9.8 \times 60 = 1176\ J$

৪২) উক্ত চিত্রের ক্ষেত্রে –

i. Q বিন্দুতে গতিশক্তি – বিভবশক্তি = 0
ii. P বিন্দুতে বিভবশক্তি = $6 \times R$ বিন্দুতে বিভবশক্তি
iii. PR অংশের গতিশক্তির পরিবর্তন $<$ RS অংশের গতিশক্তির পরিবর্তন

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i
খ) ii
গ) ii ও iii
ঘ) i, ii ও iii
উত্তর: খ

৪৩) ML^2T^{-3} মাত্রাটির কিসের?

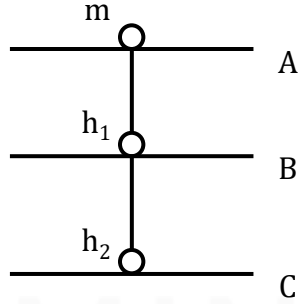
i. ব্যয়িত শক্তি

ii. কাজের হার

iii. ক্ষমতা

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii উত্তর: গ

নিচের চিত্র থেকে ৪৪ ও ৪৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

৪৪) B বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি কত?

ক) mgh_1 খ) mgh_2 গ) $mg(h_1+h_2)$ ঘ) $mg(h_1-h_2)$ উত্তর: ক

৪৫) পড়ন্ত অবস্থায় ভূপৃষ্ঠ হতে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভবশক্তির ৩ গুণ হবে?

ক) $\frac{h_1}{4}$ খ) $\frac{h_2}{3}$ গ) $\frac{(h_1+h_2)}{3}$ ঘ) $\frac{(h_1+h_2)}{4}$ উত্তর: ঘ

৪৬) একটি ফিশন বিক্রিয়ায় নির্গত শক্তি –

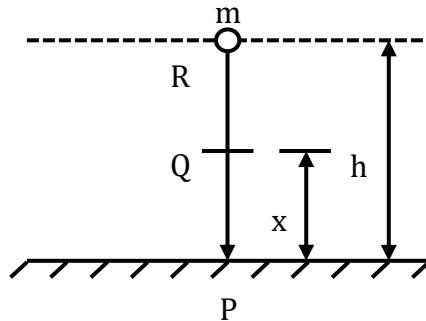
i. 200 MeV

ii. 1.6×10^{-19} eV

iii. 3.2×10^{-11} J

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) ii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii উত্তর: গ

নিচের চিত্র থেকে ৪৭ ও ৪৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

৪৭) R হতে Q তে পৌঁছালে গতিশক্তি কত?

ক) 0 খ) mgx গ) mgh ঘ) $mg(h-x)$ উত্তর: ঘ

৪৮) m ভরের বস্তুকে R থেকে মুক্তভাবে পড়তে দিলে –

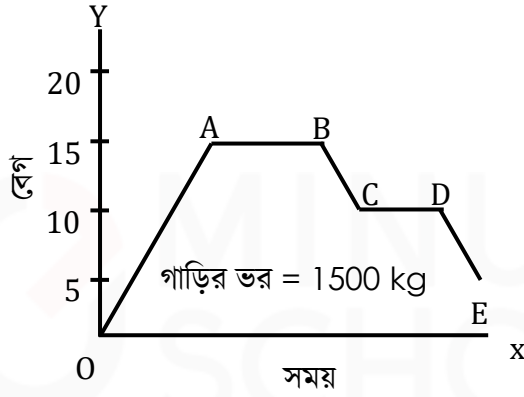
i. বস্তুতে গতি সঞ্চার হবে

ii. গতিশক্তি বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হবে

iii. দূরত্ব বাড়লে বেগ বাড়বে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii উত্তর: ক

নিচের চিত্র থেকে ৪৯ ও ৫০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

৪৯) কোন অংশে বেগ সময়ের সমানুপাতে বৃদ্ধি পায়?

ক) OA অংশে খ) AB অংশে গ) CD অংশে ঘ) DE অংশে উত্তর: ক

৫০) সর্বোচ্চ গতিশক্তি কত?

ক) $3.38 \times 10^5 \ J$ খ) $3.38 \times 10^4 \ J$ গ) $1.69 \times 10^5 \ J$ ঘ) $1.69 \times 10^4 \ J$ উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 1500 \times (15)^2 = 1.69 \times 10^4 \ J$

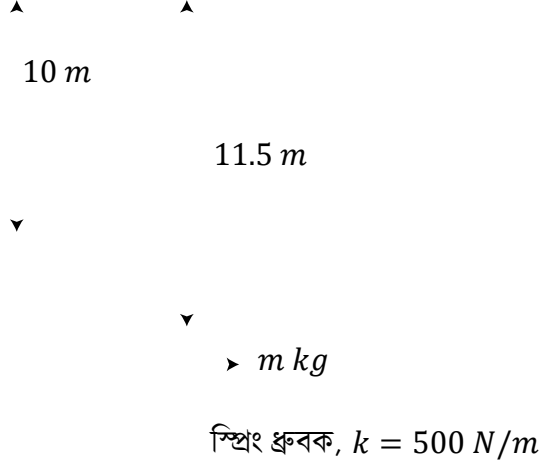
সৃজনশীল (CQ)

প্রশ্ন-০১: কুমিল্লা বোর্ড' ২১

$10\ m$

$11.5\ m$

$m\ kg$

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 500\ N/m$

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলা হয় কেন?

(গ) m এর মান নির্ণয় কর।

(ঘ) উল্লিখিত স্প্রিং এ পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ ভর ঝুলিয়ে দিলে কৃতকাজের কীরূপ পরিবর্তন ঘটবে তার গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও।

সমাধান:

(ক) কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ: বায়োমাস বলতে সেইসব জৈব পদার্থকে বোঝায় যাদেরকে অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। যেমন: খড়কুটো, জ্বালানি কাঠ, ধানের তুষ ইত্যাদি।

নবায়নযোগ্য শক্তি বলতে সেইসব শক্তিকে বুঝায় যাদের ফুরিয়ে যাওয়ার কোনো আশঙ্কা নেই। বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এরা পৃথিবী থেকে চিরতরে নিঃশেষ হয়ে যায় না।

(গ) এখানে,

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 500\ N/m$ মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

স্প্রিং এর প্রসারণ, $x = (11.5 - 10)\, m = 1.5\, m$

আমরা জানি,

বল, F = ওজন = $mg = m\, kg \times 9.8\, ms^{-2} = 9.8m\, N$

আবার,

$F = kx$ [চিহ্ন উপেক্ষা করে]

$9.8m\, N = 500\, N/m \times 1.5\, m$

$\therefore m = \frac{500 \times 1.5}{9.8} = 76.53\, kg$

[Ans]

(ঘ) এখানে,

ভর, $m = 76.53\, kg$

স্প্রিং এর প্রসারণ, $x = 1.5\, m$

মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ, $g = 9.8\, ms^{-2}$

আমরা জানি,

F = ওজন $= mg = (76.53 \times 9.8)\, N = 749.994\, N$

এবং,

কাজ, $W = Fx = 749.994\, N \times 1.5\, m = 1124.991\, J$

২য় ক্ষেত্রে,

এখানে,

ভর, $m = 2 \times 76.53\, kg = 153.06\, kg$

স্প্রিং ধ্রুবক, $k = 500\, N/m$

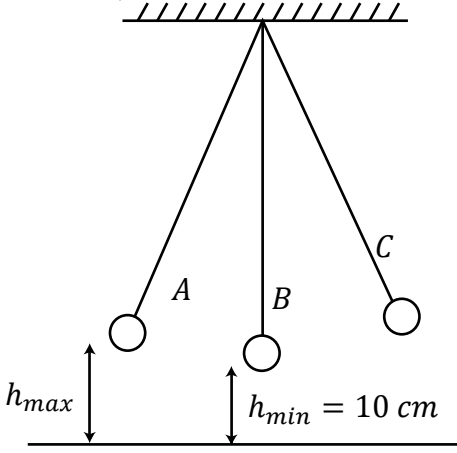
বল, $F = mg = (153.06 \times 9.8)\, N = 1499.988\, N$

$\therefore$ স্প্রিং এর প্রসারণ, $x_2 = \frac{F}{k} = \frac{1499.998\, N}{5000\, N/m} = 2.999976\, m$

$\therefore$ কাজ, $W_1 = Fx = 1499.988\, N \times 2.999976\, m = 4499.928\, J$

এখন, $\frac{W_1}{W} = \frac{4499.928\, J}{1124.991\, J} = 4$

অতএব, প্রদত্ত শর্তে কৃতকাজ প্রায় 4 গুণ হবে। অর্থাৎ, স্প্রিং এ পূর্বের তুলনায় দ্বিগুণ ভর ঝুলিয়ে দিলে কৃতকাজ বৃদ্ধি পাবে। কারণ তখন বল বা ওজন বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন-০২: চট্টগ্রাম বোর্ড' ২১

ঝুলন্ত বস্তুর ভর $50gm$

(ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?

(খ) কোনো নির্দিষ্ট স্প্রিংকে যত বেশি সংকুচিত করতে চাও তত বেশি শক্তির প্রয়োজন - ব্যাখ্যা করো।

(গ) অবস্থানে বস্তুটির গতিশক্তি নির্ণয় করো।

(ঘ) বিন্দুতে বস্তুর বেগের তুলনা করো।

সমাধান:

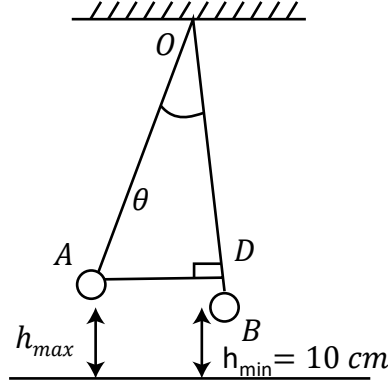
(ক) যান্ত্রিক শক্তি: কোনো বস্তুর অবস্থান বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

(খ) স্প্রিংকে বেশি সংকুচিত করতে বেশি শক্তির প্রয়োজনীয়তা: স্প্রিংকে সংকুচিত করলে এতে যে শক্তি সঞ্চিত হয় তা এর উপর কৃতকাজের সমান। এ কাজ করতে স্প্রিং ধ্রুবকের বিরুদ্ধে বল প্রয়োগ করতে হয়। স্প্রিং ধ্রুবক হলো একক দৈর্ঘ্য পরিবর্তনে প্রয়োজনীয় বল।

আমরা জানি,

স্প্রিং এ সঞ্চিত শক্তি বা এতে প্রযুক্ত শক্তির মান $= \frac{1}{2}kx^2$;

যেখানে x সংকোচন বা প্রসারণ এবং k স্প্রিং ধ্রুবক। অতএব, কোনো নির্দিষ্ট স্প্রিংকে যত বেশি সংকুচিত করতে চাই তত বেশি শক্তির প্রয়োজন।

(গ) উদ্দীপকের চিত্রটির অংশ বিশেষ পুনর্বিন্যাস করে পাই,

সরল দোলক বিবেচনায় θ এর সর্বোচ্চ মান, $\theta = 4°$ ধরতে পারি।

সমকোণী ΔAOD তে $\angle ADO = 1$ সমকোণ।

$\therefore cos\theta = \frac{OD}{OA}$

বা, $cos4° = \frac{OD}{OB}$ $[\because OA = OB =$ দোলকের দৈর্ঘ্য$]$

বা, $OD = OB \times cos4°$

$\therefore OD = 0.998\ OB$

$\therefore BD = OB - OD = OB - 0.998\ OB = 0.002\ OB = 0.002\ L$ $[\because OB = L =$ দোলকের দৈর্ঘ্য$]$

A বিন্দুতে বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ধরি,

B বিন্দুতে বেগ $= v$

$h_{min} = 10\ cm = 0.1\ m$

বস্তুর ভর, $m = 50\ gm = 0.05\ kg$

$E_A = E_B$

বা, $V_A + T_A = V_B + T_B$

বা, $mgh_{max} + \frac{1}{2}mu^2 = mgh_{min} + \frac{1}{2}mv^2$

বা, $2gh_{max} + u^2 = 2gh_{min} + v^2$

বা, $v^2 = 2g(h_{max} - h_{min}) + u^2$

বা, $v^2 = 2g \times BD + (0\ ms^{-1})^2$

বা, $v^2 = 2g \times 0.002\ L$

$\therefore v = \sqrt{2 \times 9.8 \times 0.002\ L} = 0.2\sqrt{L}$

$\therefore B$ বিন্দুতে গতিশক্তি, $T_B = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.05 \times \left(0.2\sqrt{L}\right)^2 = 10^{-3}\ LJ$

অতএব, দোলকটির কৌণিক বিস্তার $4°$ হলে B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তির মান দোলকের দৈর্ঘ্যের 10^{-3} গুণ।

Note: দোলকের দৈর্ঘ্যের মান দেওয়া থাকলে বিন্দুতে গতিশক্তির মান নির্ণয় করা সম্ভব হতো। সেক্ষেত্রে উক্ত দৈর্ঘ্যকে শুধু দ্বারা গুণ করলেই ফলাফল পাওয়া যেত।

(ঘ) উদ্দীপকে একটি সরল দোলক দেখানো হয়েছে। এতে ববের তিনটি অবস্থান A, B ও C দেখানো হয়েছে। B হলো সাম্যাবস্থান এবং A ও C সর্বোচ্চ বিস্তারের অবস্থান। A ও C পরস্পর বিপরীত দিকে অবস্থিত।

A ও C হলো ববের সর্বোচ্চ উচ্চতা। তাই A ও C অবস্থানে বেগ শূন্য। A ও C অবস্থান থেকে বস্তু যতই B এর দিকে যেতে থাকে বেগ ততই বাড়তে থাকে এবং B বিন্দুতে বেগ সর্বোচ্চ। A থেকে B বিন্দু দিয়ে C বিন্দুতে যাওয়ার সময় বেগের দিক, C থেকে B বিন্দু দিয়ে A বিন্দুতে যাওয়ার সময় বেগের দিক বিপরীত।

A বা C থেকে B এর দিকে বস্তুটি (বব) অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ত্বরিতায়িত হয়। B বিন্দু অতিক্রমের পর A বা C বিন্দুর দিকে এটি যায় গতি জড়তার কারণে তবে এটি অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মন্দিত হয়।

গতিশক্তি ও বিভব শক্তির পারস্পরিক রূপান্তরের কারণেই A, B ও C বিন্দুতে উপর্যুক্তরূপে বেগের পরিবর্তন হয়।

প্রশ্ন-০৩: যশোর বোর্ড' ২১

একজন বিমানযাত্রী ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $200\ m$ উঁচুতে থাকাকালীন সময়ে $6\ kg$ একটি পাথর ছেড়ে দিল। এতে পাথরটি সরাসরি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হল।

(ক) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?

(খ) চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠা কী ধরনের কাজ? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় পাথরের গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-পঞ্চমাংশ হবে?

(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $40\ m$ উচ্চতায় এবং বিমান থেকে পাথর ফেলে দেওয়ার $5\ s$ পর মোট শক্তির কিরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও।

সমাধান:

(ক) যান্ত্রিক শক্তি: কোনো বস্তুর অবস্থান বা গতির কারণে তার মধ্যে যে শক্তি নিহিত থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

(খ) চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠা যে ধরনের কাজ: চলন্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠা ঋণাত্মক কাজ। কারণ এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের বিপরীত দিকে সরণ হয়। আবার, চলন্ত সিঁড়ি দ্বারা প্রয়োগকৃত বলের কথা বিবেচনা করলে কাজটিকে ধনাত্মক বলা হয়। কারণ উক্ত সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠার সময় সিঁড়ি উপরের দিকেই বল প্রয়োগ করে।

(গ) এখানে,

প্রাথমিক উচ্চতা, $h = 220\ m$

পাথরের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

পাথরের ভর, $m = 6\ kg$

মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $h_1\ m$ উচ্চতায় পাথরের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $(h - h_1)\ m = (220 - h_1)\ m$

আমরা জানি,

বিভব শক্তি, $V = mgh$

এবং,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

মনে করি,

ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $h_1\ m$ উচ্চতায় পাথরটির গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-পঞ্চমাংশ হবে।

শর্তমতে,

$T = \frac{1}{5}V$

$\therefore \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{5}mgh_1$

বা, $\frac{1}{2}\{u^2 + 2g(h - h_1)\} = \frac{1}{5}gh_1$

বা, $0^2 + 2 \times 9.8 \times (220 - h_1) = \frac{2}{5} \times 9.8h_1$

বা, $4312 - 19.6h_1 = 3.92h_1$

বা, $19.6h_1 + 3.92h_1 = 4312$

$\therefore h_1 = \frac{4312}{19.6+3.92} = 183.33$

অতএব, ভূ-পৃষ্ঠ থেকে $183.33\ m$ উচ্চতায় পাথরটির গতিশক্তি বিভব শক্তির এক-পঞ্চমাংশ হবে।

প্রশ্ন-০৪: বরিশাল বোর্ড' ২১

একজন বালক $2\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে $9.8ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে বস্তুটি ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হয়।

(ক) গড় দ্রুতি কাকে বলে?

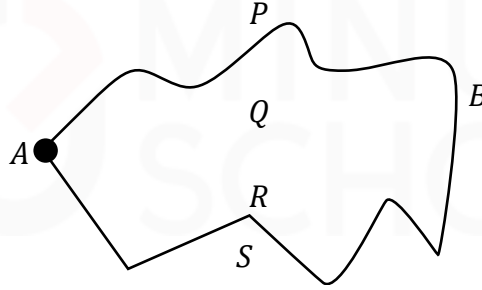
(খ) "সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না"-ব্যাখ্যা করো।

(গ) উদ্দীপকের বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে?

(ঘ) ঐ বস্তুটিকে উদ্দীপকের অর্ধেক আদিবেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে শক্তির নিত্যতার সূত্রের আলোকে উদ্দীপকের ঘটনাটি ব্যাখ্যা করো।

সমাধান:

(ক) গড় দ্রুতি: যেকোনো সময় ব্যবধানে কোনো বস্তু গড়ে প্রতি একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে বস্তুটির গড় দ্রুতি বলে।

(খ) সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না: সরণ হলো কোনো নির্দিষ্ট দিকে বস্তুটির অবস্থানের পরিবর্তন। এর মান বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক বা ন্যূনতম দূরত্ব। তাই এটি বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

চিত্রে একটি বস্তু A থেকে B বিন্দুতে যায়। পথ P, Q, R, S ইত্যাদি হতে পারে। কিন্তু সরণের মান AB এবং দিক A থেকে B এর দিকে।

প্রশ্ন-০৫: ঢাকা বোর্ড' ২০

দৃশ্য-১: একটি যন্ত্র এর সাহায্যে $500\,kg$ পানি 5 মিনিটে $50\,m$ উচ্চতায় উঠানো হলো। যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা 45%।

দৃশ্য-২: $4\,kg$ ভরের একটি বস্তুকে $40\,ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

$[g = 9.8\,ms^{-2}]$

(ক) সুষম ত্বরণ কাকে বলে?

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ ব্যাখ্যা করো।

(গ) দৃশ্য-২ থেকে কত উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হবে?

(ঘ) দৃশ্য-১ থেকে যন্ত্রটির কর্মদক্ষতা বেশি হলে ব্যয়িত শক্তির কি পরিমাণ পরিবর্তন হবে তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) সুষম ত্বরণ: কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

(খ) বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ: বায়োমাস বলতে সেইসব জৈব পদার্থকে বোঝায় যাদেরকে অন্যান্য শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। যেমন: খড়কুটো, জ্বালানি কাঠ, ধানের তুষ ইত্যাদি।
নবায়নযোগ্য শক্তি বলতে সেইসব শক্তিকে বুঝায় যাদের ফুরিয়ে যাওয়ার কোনো আশঙ্কা নেই। বায়োমাসকে নবায়নযোগ্য শক্তির উৎস বলার কারণ, নতুন করে আবার গাছপালা জন্মানো যায়। তেল, গ্যাস বা কয়লার মতো এরা পৃথিবী থেকে চিরতরে নিঃশেষ হয়ে যায় না।

(গ) মনে করি,

ভূমি হতে x উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হয়।

x উচ্চতায় বিভবশক্তি, $V = mgh$

এবং x উচ্চতায় গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

আমরা জানি,

কোনো বস্তুকে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলে,

$$v^2 = u^2 - 2gx$$

$\therefore$ x উচ্চতায় গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2} \times m \times (u^2 - 2gx)$

[v^2 এর মান বসিয়ে]

প্রশ্নমতে,

$$V = 2T$$

বা, $mgx = 2 \times \frac{1}{2} \times m \times (u^2 - 2gx)$

বা, $mgx = m \times (u^2 - 2gx)$

বা, $gx = u^2 - 2gx$ [উভয়পক্ষকে m দ্বারা ভাগ করে]

বা, $gx + 2gx = u^2$

বা, $3gx = u^2$

বা, $x = \frac{u^2}{3g}$

বা, $x = \frac{(40)^2}{3\times9.8} m$ [নিক্ষেপণ বেগ, $u = 40\ ms^{-1}$]

বা, $x = \frac{1600}{29.4} m$

$\therefore x = 54.42\ m$

সুতরাং, ভূমি থেকে $54.42\ m$ উচ্চতায় বস্তুটির বিভবশক্তি গতিশক্তির দ্বিগুণ হয়।

(ঘ) এখানে,

পানির ভর, $m = 500\ kg$

ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা, $h = 50\ m$

সময়, $t = 5\ min = (5 \times 60)\ s = 300\ s$

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা,

$$p' = \frac{mgh}{t} = \left(\frac{500\times9.8\times50}{300}\right) W = 816.667\ W$$

এখানে,

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $p' = 816.667\ W$

কর্মদক্ষতা, $\eta = 45\%$

মোট প্রদত্ত ক্ষমতা, $p = ?$

আমরা জানি,

$$\text{কর্মদক্ষতা}, \eta = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} \times 100\%$$

বা, $\eta = \frac{p'}{p} \times 100\%$

বা, $45\% = \frac{816.667}{p} \times 100\%$

প্রশ্ন-০৬: চট্টগ্রাম বোর্ড’ ২০

দৃশ্যকল্প-১: $588\ W$ ক্ষমতার একজন লোক $300\ g$ ভরের একটি ক্রিকেট বলকে $40\ ms^{-1}$ বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দিলেন।

দৃশ্যকল্প-২: $2\ kW$ ক্ষমতার একটি মোটর $20\ s$ এ $100\ kg$ ভরের একটি বস্তুকে $20\ m$ উচ্চতায় তুলতে পারে।

(ক) বায়োমাস শক্তি কাকে বলে?

(খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

(গ) দৃশ্যকল্প-১ এ কত উচ্চতায় ক্রিকেট বলটির বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে?

(ঘ) দৃশ্যকল্প-২ এ মোটরের কর্মদক্ষতা নির্ণয়ের মাধ্যমে শক্তি অপচয়ের পরিমাণ ও প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:

(ক) বায়োমাস শক্তি: বায়োমাস বলতে সেই সব জৈব পদার্থকে বুঝায় যাদেরকে শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়। এ শক্তি হলো বায়োমাস শক্তি।

(খ) ভরবেগ ও গতিশক্তির সমীকরণ হতে পাই,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$ [এখানে, $m =$ ভর, $v =$বেগ]

এবং,

ভরবেগ, $p = mv$ [এখানে, $m =$ ভর, $v =$বেগ]

এখন,

$T = \frac{1}{2}mv^2$

বা, $T = \frac{mv^2}{2}$

বা, $T = \frac{m^2v^2}{2m}$ [ডানপক্ষের লব ও হরকে m দ্বারা গুণ করে]

বা, $T = \frac{(mv)^2}{2m}$

বা, $T = \frac{p^2}{2m}$ [$p = mv$]

বা, $T = \frac{1}{2m} \times p^2$

$\therefore T \propto p^2$ [নির্দিষ্ট ভরের ক্ষেত্রে]

অতএব নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন-০৭: দিনাজপুর বোর্ড' ২০

500 gm ভরের একটি বস্তু A কে উঁচু দালানের ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে 200 gm ভরের অপর একটি বস্তু B কে 30 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

(ক) সরণ কাকে বলে?

(খ) গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না - ব্যাখ্যা কর।

(গ) ভূমি থেকে কত উচ্চতায় A বস্তুর গতিশক্তি ও বিভব শক্তি সমান হবে?

(ঘ) B বস্তুর ক্ষেত্রে "নিক্ষেপের মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের $2\ sec$ পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে" – গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা কর।

সমাধান:

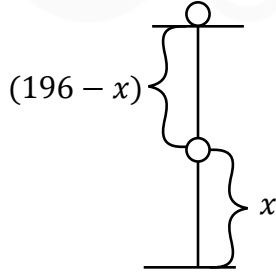
(ক) সরণ: নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

(খ) আমরা জানি,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

ভর m কখনও ঋণাত্মক হতে পারে না। বেগ v ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যাই হোক না কেন বেগের বর্গ সব সময়ই ধনাত্মক হবে। সুতরাং গতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না।

(গ) মনে করি,

ভূমি হতে x মিটার উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

x উচ্চতায় বিভবশক্তি, $V = mgh$

এবং x উচ্চতায় গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

এখানে,

$v^2 = u^2 + 2g(196 - x)$ [যেহেতু বস্তুটি $(196 - x)\ m$ দূরত্ব অতিক্রম করছে]

$\therefore v^2 = 2g(196 - x)$ [আদিবেগ, $u = 0$]

$\therefore x$ উচ্চতায় গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2} \times m \times 2g(196 - x)$ [v^2 এর মান বসিয়ে]

$= mg(196 - x)$

প্রশ্নমতে,

$V = T$

বা, $mgx = mg(196 - x)$

বা, $x = 196 - x$ [উভয়পক্ষকে mg দ্বারা ভাগ করে]

বা, $2x = 196$

$\therefore x = 98$

সুতরাং, ভূমি থেকে $98\ m$ উচ্চতায় বিভব শক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

(ঘ) এখানে,

বেগ, $v = 30\ ms^{-1}$ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ভর, $m = 200\ gm = 0.2\ kg$

নিক্ষেপণ মুহূর্তে:

মোট শক্তি $=$ বিভবশক্তি $+$ গতিশক্তি

$$= 0 + \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.2 \times (30)^2\ J = 90\ J$$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 30\ ms^{-1}$ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

ভর, $m = 200\ g = 0.2\ kg$ সময়, $t = 2\ s$

$2\ sec$ সময় পর:

বেগ, $v = u - gt = 30 - (9.8 \times 2)\ ms^{-1} = 10.4\ ms^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

বা, $h = (30 \times 2 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 2^2)\ m = (60 - 19.6)\ m = 40.4\ m$

$\therefore 2\ sec$ পর মোট শক্তি $=$ বিভবশক্তি $+$ গতিশক্তি

$$= mgh + \frac{1}{2}mv^2$$

$$= (0.2 \times 9.8 \times 40.4) + \left(\frac{1}{2} \times 0.2 \times 10.4^2\right)\ J = (79.184 + 10.816)\ J$$

$$= 90\ J$$

সুতরাং, নিক্ষেপণ মুহূর্তে এবং নিক্ষেপের $2\ sec$ পর মোট শক্তির পরিমাণ অপরিবর্তিত থাকবে।

প্রশ্ন-০৮: কুমিল্লা বোর্ড' ১৯

রহিমের ভর $40\ kg$ ও করিমের ভর $80\ kg$। তারা উভয়েই নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে $200\ m$ দৌড় প্রতিযোগিতা শুরু করলে যথাক্রমে $100\ sec$ ও $200\ sec$ পর গন্তব্যে পৌছায়। প্রতিযোগিতা শেষে তাদের বিজ্ঞান শিক্ষক বলেন, ''তোমাদের দুজনের ক্ষমতা ভিন্ন হলেও, কৃতকাজ সমান হয়েছে।''

(ক) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

(খ) লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে কেন? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ১ম বালকের কর্মদক্ষতা 40% হলে, ক্ষমতা কত হবে নির্ণয় কর।

(ঘ) বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির যৌক্তিক কারণ ছিল কি? তোমার মতামত দাও।

সমাধান:

(ক) কর্মদক্ষতা: কর্মদক্ষতা বলতে মোট যে কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং মোট যে শক্তি দেওয়া হয়েছে তার অনুপাতকে বুঝায়। একে সাধারণত শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়ে থাকে।

(খ) আমরা জানি,

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{লভ্য কার্যকর শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}}$$

$$\therefore \text{লভ্য কার্যকর শক্তি} = \text{কর্মদক্ষতা} \times \text{মোট প্রদত্ত শক্তি}$$

কোনো একটি নির্দিষ্ট যন্ত্রের মোট প্রদত্ত শক্তি নির্দিষ্ট থাকে। তাই লভ্য কার্যকর শক্তি শুধুমাত্র কর্মদক্ষতার উপর নির্ভর করে।

কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা যত বৃদ্ধি পায়, লভ্য কার্যকর শক্তিও তত বৃদ্ধি পায়। কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা হলে তার লভ্য কার্যকর শক্তি হবে সর্বোচ্চ এবং তা হবে মোট প্রদত্ত শক্তির সমান। সবশেষে আমরা বলতে পারি লভ্য কার্যকর শক্তি কর্মদক্ষতার উপরই নির্ভর করে।

(গ) উদ্দীপকে ১ম বালক রহিম। এখানে ক্ষমতা বলতে মোট প্রদত্ত ক্ষমতা এর মান বের করতে বলা হয়েছে।

এখানে,

দূরত্ব, $s = 200\ m$ সময়, $t = 100\ s$

আমরা জানি,

$$s = u_0 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

বা, $200 = 0 + \frac{1}{2} \times a_1 \times (100)^2$

বা, $a_1 = \frac{2\times200}{(100)^2}\ ms^{-2}$

$\therefore a_1 = 0.04\ ms^{-2}$

এখানে,

রহিমের ভর, $m_1 = 40\ kg$ ত্বরণ, $a_1 = 0.04\ ms^{-2}$

দূরত্ব, $s = 200\ m$ সময়, $t = 100\ s$

$\therefore$ লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $p' = \frac{m_1 a_1 s}{t_1} = \frac{40\times0.04\times200}{100}\ W = 3.2\ W$

এখানে,

লভ্য কার্যকর ক্ষমতা, $p' = 3.2\ W$

কর্মদক্ষতা, $\eta = 40\% = \frac{40}{100} = 0.4$

মোট প্রদত্ত ক্ষমতা বা, ক্ষমতা, $p = ?$

আমরা জানি,

$$\text{কর্মদক্ষতা} = \frac{\text{লভ্য কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}}$$

বা, $0.4 = \frac{3.2}{p}$

বা, $p = \frac{3.2}{0.4}\ W$

$\therefore p = 8\ W$

$\therefore$ ক্ষমতা, $p = 8\ W$

(ঘ) রহিমের কৃতকাজ ও ক্ষমতা:

এখানে,

রহিমের ভর, $m_1 = 40\ kg$ দূরত্ব, $s = 200\ m$

সময়, $t_1 = 100\ s$

(খ) হতে,

ত্বরণ, $a_1 = 0.04\ ms^{-2}$

কৃতকাজ, $W_1 = m_1 a_1 s = (40 \times 0.04 \times 200)\ J = 320\ J$

ক্ষমতা, $p_1 = \frac{W_1}{t_1} = \frac{320}{100}\ W = 3.2\ W$

করিমের কৃতকাজ ও ক্ষমতা:

এখানে,

দূরত্ব, $s = 200\ m$ সময়, $t_2 = 200\ s$

আমরা জানি,

$$s = u_0 t_2 + \frac{1}{2} a_2 \times (200)^2$$

বা, $200 = 0 + \frac{1}{2} \times a_2 \times (200)^2$

বা, $a_2 = \frac{2\times 200}{(200)^2}\ ms^{-2}$

$\therefore a_2 = 0.01\ ms^{-2}$

এখানে,

করিমের ভর,   ত্বরণ, $a_2 = 0.01\ ms^{-2}$

দূরত্ব, $s = 200\ m$ সময়, $t_2 = 200\ s$

কৃতকাজ, $W_2 = m_2 a_2 s = (80 \times 0.01 \times 200)\ J = 160\ J$

ক্ষমতা, $p_2 = \frac{W_2}{t_2} = \frac{160}{200}\ W = 0.8\ W$

সুতরাং, বিজ্ঞান শিক্ষকের উক্তিটির কোনো যৌক্তিক কারণ ছিল না। কারণ কৃতকাজ ও ক্ষমতা দুটিই তাদের দুজনের ভিন্ন।

প্রশ্ন-০৯: যশোর বোর্ড' ১৯

তিনটি মোটরের কর্মদক্ষতা যথাক্রমে $35\%, 40\%$ এবং 45%। তাদের প্রত্যেকটি ক্ষমতা$0.5\ kW$। ১ম মোটরের সাহায্যে ভূ-পৃষ্ঠ হতে $20\ m$ উচ্চতায় রাখা ট্যাংকে পানি তুলতে 5 মিনিট সময় লাগে।

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) গতিশীল বস্তুর অর্জিত গতিশক্তি বেগের সাথে কীভাবে সম্পর্কিত? ব্যাখ্যা কর।

(গ) ট্যাংকটি পূর্ণ অবস্থায় পানির অর্জিত বিভব শক্তি নির্ণয় কর।

(ঘ) তিনটি মোটর দিয়ে পৃথকভাবে ট্যাংকটি পূর্ণ করলে, কৃতকাজের কোনো পরিবর্তন হবে কি? যৌক্তিক মতামত দাও।

সমাধান:

(ক) গতিশক্তি: কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

(খ) গতিশীল বস্তুর অর্জিত গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

আমরা জানি,

কোনো বস্তুর গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$

এখানে,

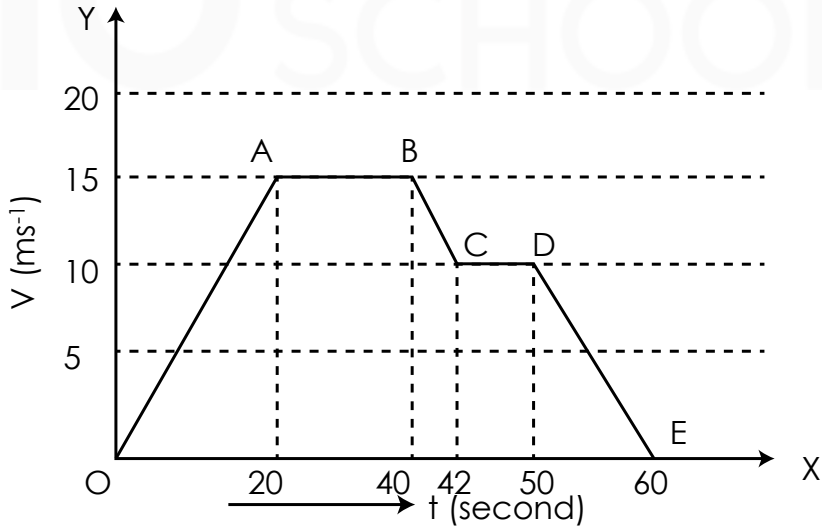
$m =$ বস্তুর ভর, $v =$ বস্তুর বেগ

বস্তুর ভর m তথা $\frac{1}{2}m$ ধ্রুব

$\therefore T \propto v^2$

সুতরাং কোনো বস্তুর বেগ দ্বিগুণ হলে গতিশক্তি চারগুণ, বেগ তিনগুণ হলে গতিশক্তি নয়গুণ হবে। অর্থাৎ বস্তুর গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক।

প্রশ্ন-১০: সিলেট বোর্ড' ১৯

একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র নির্দেশ করে:

(ক) প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

(খ) নির্দিষ্ট দিকে সমদ্রুতিতে একই দূরত্বে একটি প্রাইভেট কার ও একটি মালবাহী ট্রাক কোনটি থামানো কষ্টসাধ্য? ব্যাখ্যা কর।

(গ) উদ্দীপকের গাড়ির ১ম 15 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

(ঘ) যদি উদ্দীপকের গ্রাফটি অক্ষ উচ্চতা (একক মিটার) নির্দেশ করে তাহলে উচ্চতা বনাম সময় এবং বেগ বনাম সময় লেখচিত্রদ্বয়ে বিন্দুতে বিভব ও গতিশক্তির তুলনা কর।

সমাধান:

(ক) প্রসঙ্গ কাঠামো: কোনো বস্তুর গতির বর্ণনার জন্য ত্রিমাত্রিক স্থানে যে সুনির্দিষ্ট স্থানাঙ্ক ব্যবস্থা বিবেচনা করা হয় এবং যার সাপেক্ষে বস্তুটির গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

(খ) নির্দিষ্ট দিকে সমদ্রুতিতে একই দূরত্বে একটি প্রাইভেট কার ও একটি মালবাহী ট্রাক এর মধ্যে মালবাহী ট্রাক থামানো কষ্টসাধ্য।

নির্দিষ্ট দিকে সমদ্রুতিতে একই দূরত্বে প্রাইভেট কার ও ট্রাকের ত্বরণ একই হবে। এখন কষ্টসাধ্য বলতে কোনটি থামাতে বেশি বল প্রয়োগ করা হয়েছে সেটি বের করতে হবে।

আমরা জানি,

$$F = ma$$

এখন ত্বরণ একই হলে যার ভর (m) বেশি তাকে থামানো বেশি কষ্টকর। এখন প্রাইভেট কার ও মালবাহী ট্রাকের মধ্যে ট্রাকের ভর (m) নিঃসন্দেহে বেশি। তাই মালবাহী ট্রাক থামানো বেশি কষ্টসাধ্য হবে।

(গ) এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$ শেষবেগ, $v = 15\ ms^{-1}$

সময়, $t = 20\ s$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

বা, $15 = 0 + a \times 20$

বা, $20a = 15$

বা, $a = \frac{15}{20}\ ms^{-2}$

$\therefore a = 0.75\ ms^{-2}$

সুতরাং ত্বরণ, $a = 0.75\ ms^{-2}$

এখানে,

ত্বরণ, $a = 0.75\ ms^{-2}$ সময়, $t = 15\ s$

প্রথম $15\ s$ এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = ut + \frac{1}{2}at^2 = 0 + \frac{1}{2} \times 0.75 \times 15^2\ m = 84.375\ m$$

সুতরাং প্রথম $15\ s$ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব $84.375\ m$

(ঘ) Y অক্ষ উচ্চতা নির্দেশ করলে উচ্চতা বনাম সময় গ্রাফ থেকে পাই,

A বিন্দুতে $h_A = 15\ m$

C বিন্দুতে $h_C = 10\ m$

E বিন্দুতে $h_E = 0\ m$

আবার, বেগ বনাম সময় গ্রাফ থেকে পাই,

A বিন্দুতে বেগ $v_A = 15\ ms^{-1}$

C বিন্দুতে বেগ $v_C = 10\ ms^{-1}$

E বিন্দুতে বেগ $v_E = 0\ ms^{-1}$

A বিন্দুতে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি:

এখানে,

গাড়ির ভর, $m = 2000\ kg$ | A বিন্দুতে $h_A = 15\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$ | বেগ, $v_A = 15\ ms^{-1}$

বিভব শক্তি, $V_A = mgh_A = 2000 \times 9.8 \times 15\ J = 294000\ J$

গতিশক্তি, $T_A = \frac{1}{2}mv_A{}^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times (15)^2\ J = 225000\ J$

এখন, $V_A : T_A = 294000 : 225000$

$= 1.3067 : 1$

অর্থাৎ, বিভব শক্তি গতিশক্তির 1.3067 গুণ।

C বিন্দুতে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি:

বিভব শক্তি, $V_C = mgh_C = 2000 \times 9.8 \times 10\ J = 196000\ J$

গতিশক্তি, $T_C = \frac{1}{2}mv_C{}^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times (10)^2\ J = 100000\ J$

এখন, $V_C : T_C = 196000 : 100000$

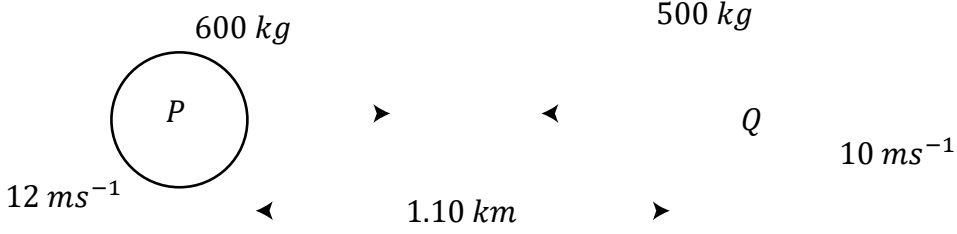
$= 1.96 : 1$

E বিন্দুতে বিভব শক্তি ও গতিশক্তি:

বিভব শক্তি, $V_E = mgh_E = 2000 \times 9.8 \times 0\ J = 0\ J$

গতিশক্তি, $T_E = \frac{1}{2}mv_E^2 = \frac{1}{2} \times 2000 \times 0^2\, J = 0\, J$

সুতরাং, আমরা বলতে পারি A বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তির 1.3067 গুণ, C বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তির 1.96 গুণ, ও E বিন্দুতে বিভব শক্তি গতিশক্তি উভয়ই শূন্য।

প্রশ্ন-১১: বরিশাল বোর্ড' ১৭

যাত্রা শুরুর একটি নির্দিষ্ট সময় পরে P ও Q গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হলো এবং মিলিত বেগ $2\, ms^{-1}$ হলো Q এর দিকে।

(ক) সাম্য বল কী?

(খ) বস্তুর আকারের উপর বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

(গ) যাত্রা শুরুর কত সময় পর ও গাড়ি দুটি মিলিত হবে?

(ঘ) উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতিকে সমর্থন করলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) সাম্য বল: কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয়, তখন বস্তুটি স্থির থাকে বা সাম্যাবস্থায় থাকে। যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

(খ) বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আকারের পরিবর্তন হয়। একটি খালি প্লাস্টিকের পানির বোতল চেপে ধরলে বোতলের আকারের পরিবর্তন হয় আবার যখন কোনো রাবার ব্যান্ডকে টেনে প্রসারিত করা হয়, তখন এটি সরু হয়ে যায় অর্থাৎ এর আকারের পরিবর্তন হয়।

কখনো কখনো বলের ক্রিয়ায় বস্তুর এই আকার পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী হয়। আবার কখনো বল প্রয়োগের ফলে স্থায়ীভাবে বস্তুর আকারের পরিবর্তন সংঘটিত হয়।

(গ) মনে করি,

t সময় পরে গাড়ি দুটি মিলিত হবে।

এখানে,

P গাড়ির বেগ, $v_P = 12\ ms^{-1}$ Q গাড়ির বেগ, $v_Q = 10\ ms^{-1}$

P ও Q গাড়ির মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$s = 1.10\ km = (1.10 \times 1000)m \quad [\because 1\ km = 1000\ m]$$
$$= 1100\ m$$

মিলিত হওয়ার সময়, $t = ?$

t সময়ে P গাড়ি s_1 দূরত্ব অতিক্রম করলে,

আমরা জানি,

$s_1 = v_p t$

বা, $s_1 = 12 \times t \ \ .....(i)$

আবার,

t সময়ে Q গাড়ি s_2 দূরত্ব অতিক্রম করলে,

আমরা জানি,

$s_2 = v_Q t$

বা, $s_2 = 10 \times t \ \ .....(ii)$

(i) ও (ii) যোগ করে পাই,

$s_1 + s_2 = 12 \times t + 10 \times t$

বা, $s = 22t$

বা, $1100 = 22t$ [$\because$ গাড়িদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $s = 1100\ m$]

বা, $t = \frac{1100}{22}$

$\therefore t = 50$

অতএব, P ও Q গাড়ি দুটি $50\ sec$ পরে মিলিত হবে।

(ঘ) মনে করি,

P গাড়ির বেগের দিক ধনাত্মক

বি:দ্র: Q গাড়ির দিক বলতে এখানে Q গাড়ির বেগের দিক বুঝায় নি। Q গাড়ির দিকই হলো গাড়ি দুটির মিলিত বেগের দিক। অন্যকথায় P গাড়ির গতির দিকেই মিলিত বেগের দিক তাই, $v = +2\ ms^{-1}$

P ও Q গাড়ি দুইটির সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান হলে উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতিকে সমর্থন করবে।

এখানে,

P বস্তুর ভর, $m_1 = 600\ kg$ P বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 12\ ms^{-1}$

Q বস্তুর ভর, $m_2 = 500\ kg$ বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -10\ ms^{-1}$

P ও Q গাড়ির মিলিত বেগ $v = 2\ ms^{-1}$এবং এর দিক গাড়ির দিকে

সংঘর্ষের পূর্বে:

মোট ভরবেগ $= m_1u_1 + m_2u_2 = 600 \times 12 + 500 \times (-10) = 2200\ kgms^{-1}$

সংঘর্ষের পরে:

মোট ভরবেগ $= (m_1 + m_2)v = (600 + 500) \times 2 = 2200\ kgms^{-1}$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে গাড়ি দুইটির ভরবেগের সমষ্টি একই সেহেতু উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতি সমর্থন করে।

এখন,

সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি $= \frac{1}{2}m_1{u_1}^2 + \frac{1}{2}m_2{u_2}^2 = \frac{1}{2} \times 600 \times (12)^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times (-10)^2$

$= 68200\ J$

সংঘর্ষের পরে মোট গতিশক্তি $= \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 = \frac{1}{2}(600 + 500) \times 2^2\ J = 2200\ J$

দেখা যাচ্ছে, P ও Q গাড়ি দুইটির সংঘর্ষের পূর্বে ও সংঘর্ষের পরে গতিশক্তি সমান না। অতএব উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতি সমর্থন করলেও গতিশক্তির সংরক্ষণশীল নীতি সমর্থন করে না।

প্রশ্ন-১২: পাবনা জেলা স্কুল, পাবনা

সিলিন্ডার আকৃতির একটি ট্যাঙ্কের ভূমির ব্যাস $1.5\ m$। ট্যাঙ্কটির উচ্চতা $250\ cm$ এবং ট্যাঙ্কটি $4°C$ তাপমাত্রায় পানি দ্বারা পূর্ণ। $0.6\ kW$ ক্ষমতার একটি ইঞ্জিন দ্বারা ট্যাঙ্কটি পানিশূন্য করতে 2 মিনিট সময়ের প্রয়োজন।

(ক) গতিশক্তি কাকে বলে?

(খ) ভরবেগ এবং গতিশক্তির মধ্যে সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

(গ) ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা কত?

(ঘ) ইঞ্জিনটির কর্মদক্ষতা 70% হলে উদ্দীপকের সময়ে ট্যাঙ্কটি হতে কী পরিমাণ পানি বের করে দিতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান:

(ক) কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

(খ) ভরবেগ ও গতিশক্তির সমীকরণ হতে পাই,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2$ [এখানে, $m =$ ভর, $v =$বেগ]

এবং,

ভরবেগ, $p = mv$ [এখানে, $m =$ ভর, $v =$বেগ]

এখন,

$T = \frac{1}{2}mv^2$

বা, $T = \frac{mv^2}{2}$

বা, $T = \frac{m^2v^2}{2m}$ [ডানপক্ষের লব ও হরকে m দ্বারা গুণ করে]

বা, $T = \frac{(mv)^2}{2m}$

বা, $T = \frac{p^2}{2m}$ $[p = mv]$

বা, $T = \frac{1}{2m} \times p^2$

$\therefore T \propto p^2$ [নির্দিষ্ট ভরের ক্ষেত্রে]

অতএব নির্দিষ্ট ভরের বস্তুর গতিশক্তি ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।

(গ) এখানে,

ট্যাঙ্কটির ভূমির ব্যাস, $d = 1.5\ m$

ব্যাসার্ধ, $r = \frac{1.5}{2}\ m = 0.75\ m$

উচ্চতা, $l = 250\ cm = 2.5\ m$

ট্যাঙ্কটির ক্ষমতা, $P = 0.6\ kW = 600\ W$

$4°C$ তাপমাত্রায় পানির ঘনত্ব, $\rho = 1000\ kgm^{-3}$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = 2\ min = 120\ s$

পানি উত্তোলনের গড় উচ্চতা, $h = \frac{l}{2} = \frac{2.5}{2} = 1.25\ m$

ট্যাঙ্কটির আয়তন,

$$V = \pi r^2 l$$

বা, $V = 3.1416 \times (0.75)^2 \times 2.5 = 4.418\, m^3$

আবার, পানির ভর m হলে,

$$m = \rho V = 1000\, kgm^{-3} \times 4.418\, m^3 = 4418\, kg$$

কার্যকর ক্ষমতা,

$$P' = \frac{mgh}{t} = \frac{4418 \times 9.8 \times 1.25}{120} = 451\, W$$

প্রশ্ন-১৩: ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ, চট্টগ্রাম

নিচের চিত্র-১ এর বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল বনাম অবস্থান লেখচিত্র দেখানো হলো এবং চিত্র-২ এ সমভরের তিনটি বস্তুর উপর ভিন্ন ভিন্ন মানের বল প্রয়োগ করা হলো। বলগুলো h উচ্চতা থেকে প্রয়োগ করা হয়েছে।

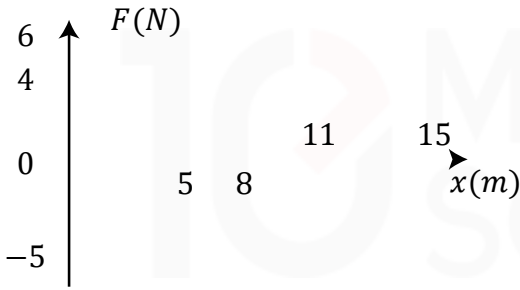



Fig. 1

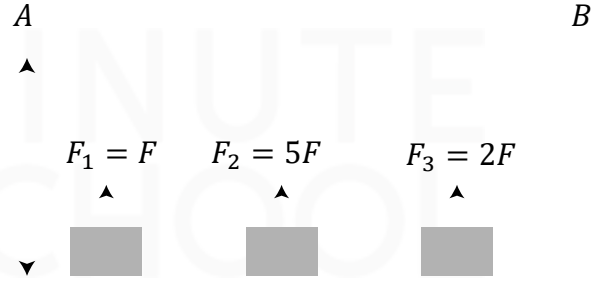



Fig. 2

(ক) ক্ষমতা কী?

(খ) মোটরের কর্মদক্ষতা 76% বলতে কী বুঝ?

(গ) চিত্র-২ এর ক্ষেত্রে বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ নির্ণয় কর।

(ঘ) চিত্র-১ এর লেকচিত্র দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেএফলই কৃতকাজ – গাণিতিকভাবে দেখাও।

সমাধান:

(ক) ক্ষমতা: কোনো বস্তু বা ব্যক্তির একক সময়ে কৃতকাজ তথা কাজ করার হারই তার ক্ষমতা।

(খ) মোটরের কর্মদক্ষতা 76% বলতে বুঝায় মোটরটিতে $100\, J$ শক্তি সরবরাহ করলে তা থেকে $76\, J$ শক্তি পাওয়া যাবে, বাকি $24\, J$ শক্তি অপচয় হবে।

(গ) এখানে,

বস্তুগুলোর ভর, $m_1 = m_2 = m_3 = m$

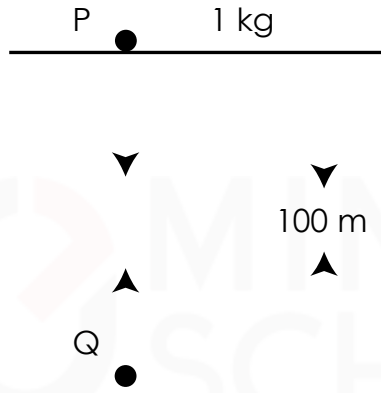
বস্তুগুলোর উপর প্রযুক্ত বল যথাক্রমে, $F_1 = F,\ F_2 = 5F$ এবং $F_3 = 2F$

উচ্চতা $= h$

∴ ১ম বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ $= F_1 h = Fh$

২য় বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ $= F_2 h = 5Fh$

৩য় বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল দ্বারা কৃতকাজ $= F_3 h = 2Fh$

প্রশ্ন-১৪: মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, ঢাকা

একটি বস্তু P কে 100 m উঁচু থেকে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে অপর একটি বস্তু Q কে $39.2\ ms^{-1}$ বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

(ক) সরণ কাকে বলে?

(খ) ভেক্টর রাশি ও স্কেলার রাশির মধ্যে দুইটি পার্থক্য লিখ।

(গ) ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় P বস্তুর বিভব শক্তি ও গতিশক্তি সমান হবে?

(ঘ) P এবং Q বস্তুদ্বয় চলতে শুরু করার কত সময় পর পরস্পরকে অতিক্রম করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

সমাধান:

(ক) সরণ: একটি নির্দিষ্ট দিকে কোনো গতিশীল বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব হলো সরণ।

প্রশ্ন-১৫: উদয়ন উচ্চ মাধ্যমিক বিদ্যালয়, ঢাকা

$60\ m$ উচ্চতায় একটি ছাদ হতে $500\ g$ ভরের একটি বস্তুকে মুক্তভাবে নিচে পড়তে দেওয়া হলো। একই সময়ে একই সরলরেখায় ভূমি থেকে অপর একটি বস্তুকে $30\ ms^{-1}$ বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

(ক) বলের বিরুদ্ধে কাজ বলতে কী বুঝ?

(খ) পড়ন্ত বস্তুর গতিশক্তি বাড়ে কেন?

(গ) উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুর বিভব শক্তি এর গতিশক্তির কতগুণ হবে – নির্ণয় করো।

(ঘ) বস্তুদ্বয় কত সময় পর এবং কত উচ্চতায় মিলিত হবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

সমাধান:

(ক) বলের বিরুদ্ধে কাজ: যদি বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের বিপরীত দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই কাজকে বলের বিরুদ্ধে কাজ বলে।

(খ) গতিশক্তি বাড়ার কারণ: পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা জানি বেগ সময়ের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $v \propto t$

যেহেতু সময়ের সাথে বেগ বাড়ে, সেহেতু গতিশক্তির সমীকরণ $T = \frac{1}{2}mv^2$ হতে আমরা বলতে পারি বেগ বাড়লে গতিশক্তি বৃদ্ধি পাবে (যেহেতু ভর, $m =$ ধ্রুবক)।

(গ) উদ্দীপক হতে বস্তুর ভর, $m = 500\ g = 0.5\ kg$

$20\ m$ উচ্চতায় বিভব শক্তি, $V = mgh = 0.5 \times 9.8 \times 20\ J$

$$\therefore V = 98\ J$$

ভূমি হতে $20\ m$ উচ্চতায় অর্থাৎ ছাদ হতে $(60-20)m = 40\ m$ দূরত্বে নিচে পড়ন্ত বস্তুটির বেগ হলে,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

$$v^2 = 0 + 2 \times 9.8 \times 40\ m^2s^{-2}$$

$$\therefore v^2 = 784\ m^2s^{-2}$$

এখন,

পড়ন্ত বস্তুর গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 784\ J$

$$\therefore T = 196\ J$$

$\frac{V}{T} = \frac{98J}{196J} = \frac{1}{2}$

$\therefore V = \frac{1}{2}T$

সুতরাং, $20\ m$ উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তুর বিভব শক্তি এর গতিশক্তির $\frac{1}{2}$ গুণ হবে।

(ঘ) মনে করি, t সময় পর h উচ্চতায় পড়ন্ত বস্তু ও নিক্ষিপ্ত বস্তু মিলিত হবে।

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_1 = 0$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h_1 = (60 - h)\ m$

আমরা জানি,

$$h_1 = u_1 t + \frac{1}{2}gt^2$$

বা, $(60 - h)\ m = 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2\ m$

বা, $4.9\ t^2 = (60 - h)\ \ldots..(i)$

নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_2 = 30\ ms^{-1}$ উচ্চতা, $h_2 = h\ m$

আমরা জানি,

$$h_2 = u_2 t - \frac{1}{2}gt^2$$

বা, $h = 30 \times t - \frac{1}{2} \times 9.8 \times t^2$

বা, $4.9\ t^2 = 30t - h\ \ldots..(ii)$

(i) নং ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$60 - h = 30t - h$

বা, $60 - h + h = 30t$

বা, $30t = 60$

$\therefore t = 2s$

t এর মান (i) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই,

$4.9 \times 2^2 = 60 - h$

বা, $60 - h = 19.6$

বা, $h = 60 - 19.6$

$\therefore h = 40.4\ m$

অতএব, উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায়, নিক্ষেপের $2\ s$ পর $40.4\ m$ উচ্চতায় বস্তুদ্বয় মিলিত হবে।

বহুনির্বাচনী (MCQ)

১। একটি বস্তুকে ভূমি থেকে উঠিয়ে টেবিলে রাখলে- [ম.বো.'২১]

(ক) কৃতকাজ $>$ বিভব শক্তি
(খ) কৃতকাজ $=$ বিভব শক্তি
(গ) কৃতকাজ $<$ বিভব শক্তি
(ঘ) কৃতকাজ $\neq$ বিভব শক্তি

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: কোন একটি বস্তুকে ভূমি থেকে উঠিয়ে টেবিলে রাখলে যদি এটি উচ্চতা অতিক্রম করে তাহলে বস্তুটির ভর এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ হলে, কৃতকাজ,

সুতরাং, কৃতকাজ $=$ বিভব শক্তি

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

২। একক ভরের একটি বস্তুর বেগ এক একক হলে ঐ বস্তুর গতিশক্তি কত একক? [ব.বো.'২০]

(ক) $\frac{1}{4}$
(খ) $\frac{1}{2}$
(গ) 1
(ঘ) 2

উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: এখানে,

ভর, $m = 1$ বেগ, $v = 1$ গতিশক্তি, $T = ?$

আমরা জানি,

গতিশক্তি, $T = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 1 \times 1^2 = \frac{1}{2}$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৩। m ভরের একটি বস্তু 20 m, 30 m, 40 m ও 50 m উপরে রাখা হলো। কোন অবস্থান থেকে বস্তুটি ছেড়ে দিলে গতিশক্তি সবচেয়ে বেশি হবে? [চ.বো.'২১]

(ক) 20 m
(খ) 30 m
(গ) 40 m
(ঘ) 50 m

উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: ভরের কোনো বস্তুকে উচ্চতা থেকে ছেড়ে দিলে ভূমি স্পর্শ করার মুহূর্তে তার বিভব শক্তি পুরোটুকুই গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে।

এখানে,

ভর $= m$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা $= h$

আমরা জানি,

গতিশক্তি হচ্ছে $\frac{1}{2}mv^2$

তাই আমরা লিখতে পারি,

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad .....(i)$$

(i) নং এ উচ্চতার মান গুলো বসিয়ে পাই,

20 m হলে, $\frac{1}{2}mv^2 = m \times 9.8 \times 20 = 196\, m$

30 m হলে, $\frac{1}{2}mv^2 = m \times 9.8 \times 30 = 294\, m$

40 m হলে, $\frac{1}{2}mv^2 = m \times 9.8 \times 40 = 392\, m$

50 m হলে, $\frac{1}{2}mv^2 = m \times 9.8 \times 50 = 490\, m$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, উচ্চতা 50 m হলে গতিশক্তি সবচেয়ে বেশি হবে।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

৪। কোন শর্তে কোনো বস্তুর গতিশক্তি 16 গুণ হবে?

(ক) ভর দ্বিগুণ, বেগ দ্বিগুণ
(খ) ভর আটগুণ, বেগ অর্ধেক
(গ) ভর অপরিবর্তিত, বেগ চারগুণ
(ঘ) ভর চারগুণ, বেগ অপরিবর্তিত
উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: ভর অপরিবর্তিত, বেগ চারগুণ হলে কোনো বস্তুর গতিশক্তি 16 গুণ হবে।

প্রথম ক্ষেত্রে গতিশক্তি, $T_1 = \frac{1}{2}mv^2$

ভর অপরিবর্তিত, বেগ চারগুণ হলে দ্বিতীয় ক্ষেত্রে গতিশক্তি,

$$T_2 = \frac{1}{2} \times m \times (4v)^2 \qquad [\because m_2 = m, v_2 = 4v]$$

$$= \frac{1}{2}.m.16v^2 = 16 \times \frac{1}{2}mv^2 = 16 \times T_1 \quad \left[\because T_1 = \frac{1}{2}mv^2\right]$$

সুতরাং, ভর অপরিবর্তিত ও বেগ চারগুণ হলে কোনো বস্তুর গতিশক্তি 16 গুণ হবে।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (গ)।

উল্লেখ্য, ভর 16 গুণ ও বেগ অপরিবর্তিত থাকলেও গতিশক্তি 16 গুণ হবে।

৫। একটি বস্তুকে টানটান করে রাখলে এর মধ্যে কোন শক্তি জমা থাকে? [ঢা.বো.'২০]

(ক) গতিশক্তি
(খ) বিভবশক্তি
(গ) তাপশক্তি
(ঘ) রাসায়নিক শক্তি
উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: একটি বস্তুর অবস্থা বা অবস্থানের জন্য তার মাঝে যে শক্তি সঞ্চিত হয় তাকে বিভবশক্তি বলা হয়। একটি বস্তুকে টানটান করে রাখলে এর স্বাভাবিক অবস্থার পরিবর্তন হয় ফলে এতে বিভব শক্তি সঞ্চিত হয়।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৬। একটি বস্তুর বেগ কত হলে, তাদের ভরবেগ ও গতিশক্তির মান সমান হবে? [রা.বো.'২১]

(ক) $4\ ms^{-1}$ (খ) $2\ ms^{-1}$ (গ) $\frac{1}{2}\ ms^{-1}$ (ঘ) $\frac{1}{4}\ ms^{-1}$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: মনে করি,

বস্তুর বেগ $= x\ ms^{-1}$ এবং ভর $= m\ kg$

তাহলে,

ভরবেগ $= mx$ গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mx^2$

প্রশ্নমতে,

$mx = \frac{1}{2}mx^2$

বা, $1 = \frac{x}{2}$

$\therefore x = 2\ ms^{-1}$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৭। বিভব শক্তির একক কোনটি? [কু.বো.'১৬]

(ক) প্যাসকেল (খ) নিউটন (গ) ওয়াট (ঘ) জুল উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: বিভব শক্তির একক জুল (J)।

বিভবশক্তি: বস্তুর অবস্থা বা অবস্থানের জন্য বস্তুতে যে শক্তি সঞ্চিত হয়, তকে বিভবশক্তি বলে।

বিভবশক্তি, গতিশক্তি ও শক্তি এর একক একই; জুল (J)।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

৮। কোনো বস্তুকে 20 মিটার, 30 মিটার, 40 মিটার ও 50 মিটার উচ্চতায় রাখা হলে বস্তুটিতে যান্ত্রিক শক্তি কোথায় বেশি?

(ক) 20 m (খ) 30 m (গ) 40 m (ঘ) 50 m উত্তর: ঘ

৯। একটি মোটর 2 kg ভরের বস্তু 5 m উচ্চতায় উত্তোলন করতে মোট 107 J শক্তি ব্যয় করেছে। মোটরটিতে মোট কত শক্তি অপচয় হচ্ছে? [ঢা.বো.'১৭]

(ক) 6 J (খ) 49 J (গ) 10 J (ঘ) 9 J উত্তর: ঘ

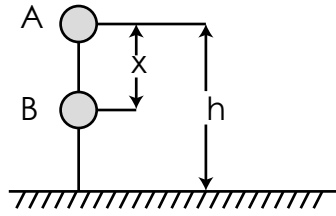
ব্যাখ্যা: এখানে,

ভর, $m = 2\,kg$ উচ্চতা, $h = 5\,m$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\,ms^{-2}$

মোটর কর্তৃক ব্যয়িতশক্তি, 107 J

মোটর কর্তৃক কৃতকাজ = সঞ্চিত বিভবশক্তি $= mgh = 2 \times 9.8 \times 5\,J = 98\,J$

সুতরাং, অপচয়কৃত শক্তি $= (107 - 98)\,J = 9\,J$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

১০। B বিন্দুটিতে বস্তুটির গতিশক্তি কত? [ব.বো.'১৬]

(ক) mgh (খ) mg(h-x) (গ) 2mgx (ঘ) mgx উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: শক্তির নিত্যতার সূত্রানুসারে, অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে যেকোনো উচ্চতায় বস্তুর মোট শক্তির পরিমাণ একই থাকে।

উদ্দীপকের বস্তুটির ক্ষেত্রে,

A বিন্দুতে মোট শক্তি = B বিন্দুতে মোট শক্তি

বা, A বিন্দুতে বিভবশক্তি + A বিন্দুতে গতি শক্তি = B বিন্দুতে বিভবশক্তি + B বিন্দুতে গতি শক্তি

বা, $mgh + 0 = mg(h - x) +$ B বিন্দুতে গতি শক্তি

[সর্বোচ্চ উচ্চতায় তথা A বিন্দুতে বস্তু স্থির বলে গতিশক্তি শূন্য]

বা, $mgh = mgh - mgx +$ B বিন্দুতে গতি শক্তি

বা, $mgh - mgh + mgx =$ B বিন্দুতে গতি শক্তি

$\therefore$ B বিন্দুতে গতি শক্তি $= mgx$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

১১। স্পীকার মাইক্রোফোনের তড়িৎ সংকেতকে কোন শক্তিতে রূপান্তরিত করে? [ব.বো.'১৯]

(ক) তড়িৎ শক্তি (খ) তড়িৎ চৌম্বক শক্তি

(গ) চৌম্বক শক্তি (ঘ) শব্দ শক্তি উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: স্পীকারে বিদ্যুৎ শক্তি শব্দ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অর্থাৎ স্পীকার মাইক্রোফোনের তড়িৎ সংকেতকে অনুসরণ করে নিজে কাঁপতে থাকে। ফলে শব্দ শক্তি তৈরি হয়। তাই স্পীকারে তড়িৎ শক্তি শব্দ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

১২। হাত পাখা দিয়ে বাতাস করলে ব্যক্তির ক্ষেত্রে- [দি.বো.'১৯]

(ক) যান্ত্রিক শক্তি শব্দ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়

(খ) নিউক্লিয় শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়

(গ) রাসায়নিক শক্তি যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়

(ঘ) যান্ত্রিক শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: হাত পাখা দিয়ে বাতাস করলে রাসায়নিক শক্তি গতি শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

১৩। থার্মোকাপল এ দুটি ভিন্ন ধাতব পদার্থের সংযোগস্থলে তাপ প্রদান করে সরাসরি কোন শক্তি উৎপাদন করা যায়? [চ.বো.'২১]

(ক) রাসায়নিক শক্তি (খ) বিদ্যুৎ শক্তি

(গ) চৌম্বক শক্তি (ঘ) শব্দ শক্তি উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: থার্মোকাপল দুটি ভিন্ন ধাতব পদার্থের সংযোগস্থলে তাপ প্রদান করে সরাসরি তাপ থেকে বিদ্যুৎ শক্তি তৈরি করে।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

১৪। কত বর্গ কি.মি. এলাকায় সূর্যের আলো থেকে তাপ হিসেবে প্রায় শক্তি পাওয়া যায়? [ঢা.বো.'২১]

(ক) 5 (খ) 500 (গ) 1000 (ঘ) 5000 উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

1 বর্গ কি.মি. এলাকায় সূর্যের আলো থেকে তাপ হিসেবে প্রায় 1000 MW শক্তি পাওয়া যায়।

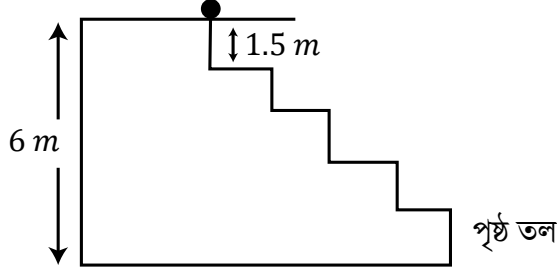
1000 MW শক্তি পাওয়া যায় 1 বর্গ কি.মি. এলাকায়

1 MW শক্তি পাওয়া যায় $\frac{1}{1000}$ বর্গ কি.মি. এলাকায়

5000 MW শক্তি পাওয়া যায় $\frac{1 \times 5000}{1000}$ বর্গ কি.মি. এলাকায়

$=$ 5 বর্গ কি.মি. এলাকায়

১৫। প্রকৃতিতে ইউরেনিয়াম এর পরিমাণ কত?

(ক) 0.5% (খ) 0.6% (গ) 0.7% (ঘ) 0.8% উত্তর: গ

১৬। ভরের একটি বল উচ্চতায় একটি মিনারে স্থির আছে। এক্ষেত্রে-

(i) ভূমির সাপেক্ষে বলটির অভিকর্ষজ বিভবশক্তি

(ii) যদি বলটি একধাপ নিচে নামে তবে এটি বিভবশক্তি হারাবে

(iii) ভূমিতে পড়ার পূর্ব মুহূর্তে বলটির সমস্ত গতিশক্তি বিভবশক্তিতে রূপান্তরিত হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i, ii (খ) ii, iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: (i) বিভবশক্তি $= mgh = (5 \times 9.8 \times 6)\ J = 294\ J$

(ii) একধাপ নিচে নামলে শক্তি হারাবে $mgx = (5 \times 9.8 \times 1.5)\ J = 73.5\ J$

(iii) ভূমিতে পড়ার পূর্ব মুহূর্তে সময় বিভবশক্তি গতিশক্তিতে রূপান্তরিত হবে

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক) i, ii

১৭। কোনো যন্ত্র দ্বারা 5 kg ভরের একটি বস্তুকে 2 মিনিটে 15 m উচ্চতায় উঠানো হলো- [রা.বো.'১৯]

(i) অভিকর্ষ বলের দ্বারা কৃতকাজ ধনাত্মক

(ii) বস্তুর বিভব শক্তির পরিবর্তন 75 J

(iii) যন্ত্রের কার্যকর ক্ষমতা 6.125 W

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) iii (খ) ii, iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: (i) বস্তুকে উচ্চতায় উঠানোর ক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের দ্বারা কৃতকাজ ঋণাত্মক। কারণ বস্তুটির সরণ উপরের দিকে হলেও অভিকর্ষ বল নিচের দিকে ক্রিয়া করে। অর্থাৎ বস্তুর সরণ অভিকর্ষ বলের বিপরীত দিকে।

(ii) ভূ-পৃষ্ঠে বস্তুটির বিভব শক্তি শুন্য।

এখানে,

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\,ms^{-2}$ বস্তুর ভর, $m = 5\,kg$

উচ্চতা, $h = 15\,m$

15 m উচ্চতায় বস্তুটির বিভব শক্তি $= mgh = 5 \times 9.8 \times 15\,J = 735\,J$

বস্তুর বিভব শক্তির পরিবর্তন $= (735 - 0) = 735\,J$

(iii) এখানে,

কাজ, w = 735 J সময়, $t = 2\,min = (2 \times 60)\,sec = 120\,sec$

কার্যকর ক্ষমতা, $p = \frac{w}{t} = \frac{735}{120} = 6.125\,W$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক) iii।

১৮। তীর ধনুকের তারকে টেনে রাখলে সৃষ্টি হয়- [চ.বো.'১৯]

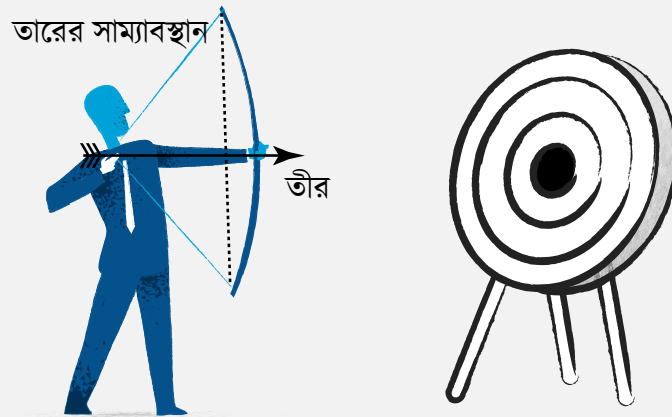
(i) বিভব শক্তি

(ii) সাম্য বল

(iii) পীড়ন

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) iii (খ) ii, iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: (i) কোনো বস্তুর অবস্থান এর পরিবর্তন এর জন্য তার মাঝে যে শক্তি সঞ্চিত হয় তাকে বিভবশক্তি বলে। তীর ধনুকের তারকে টেনে রাখলে তারের অবস্থান সাম্যাবস্থান থেকে পরিবর্তিত হয়। এ জন্য তারের মধ্যে বিভবশক্তি সৃষ্টি হয়।

(ii) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয়, তখন বলা হয় বস্তুটি সাম্যাবস্থায় আছে। যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

তীর ধনুকের তার টেনে রাখলে তীরের উপর তিনটি বল যথাক্রমে – T_1, T_2 এবং T_3 ক্রিয়া করে। তীরন্দাজ কর্তৃক প্রয়োগকৃত T_3 বল T_1, T_2 এর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে।

অর্থাৎ, $T_3 = T_1 + T_2$

∴ তীর ধনুকের তার টেনে রাখলে T_1, T_2 এবং T_3 সাম্যবল সৃষ্টি হয়।

(iii) তীর ধনুকের তার টেনে রাখলে তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। ফলে তীর ধনুকের তারে দৈর্ঘ্য পীড়ন সৃষ্টি হয়।

১৮। নবায়নযোগ্য শক্তি হচ্ছে - [চ.বো.'১৯]

(i) জোয়ার ভাটা

(ii) বায়ো গ্যাস

(iii) ভূ-তাপীয় শক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) ii (খ) ii, iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: নবায়নযোগ্য শক্তি: সৌরশক্তি, পানির প্রবাহ থেকে প্রাপ্ত শক্তি, জোয়ার-ভাটা, ভূ-তাপীয় শক্তি, বায়ু শক্তি, বায়োমাস।

কয়লা, খনিজ তেল, প্রাকৃতিক গ্যাস হলো অনবায়নযোগ্য শক্তি।

বায়োমাস থেকে বায়োগ্যাস উৎপন্ন হয়, তাই বায়োগ্যাসও নবায়নযোগ্য শক্তি।

❑ নিচের অনুচ্ছেদ পড় এবং ১৯, ২০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একটি 4 m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে A বিন্দু থেকে একটি বস্তু যাত্রা শুরু করে আবার A বিন্দুতে পৌঁছাল। এ সময় বস্তুটির উপর 100 N বল প্রয়োগ করা হয়।

১৯। বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত মিটার? [ব.বো.'২১]

(ক) 25.12 (খ) 25 (গ) 4 (ঘ) 0 উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: এখানে, ব্যাসার্ধ, r = 4 m

বস্তুটি বৃত্তাকার পথে বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার বিন্দুতে পৌঁছাল। তাহলে বস্তুটি তার পরিধির সমান দূরত্ব অতিক্রম করবে।

আমরা জানি,

বৃত্তের পরিধি $= 2\pi r$

অতিক্রান্ত দূরত্ব $= 2\pi r = 2 \times 3.14 \times 4 = 25.12\ m$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক)।

২০। বস্তুটির উপর কৃতকাজ কত? [ব.বো.'২১]

(ক) 25.13 J (খ) 25 J (গ) 400 J (ঘ) 0 J উত্তর: ঘ

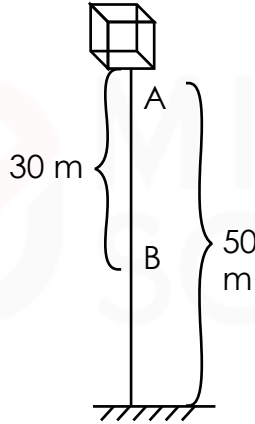
ব্যাখ্যা: কোনো বস্তুকে বৃত্তাকার পথে ঘুরিয়ে পুনরায় আগের অবস্থানে আনলে তার সরণ, $s = 0$

বল F ও কাজ W হলে –

আমরা জানি,

$$W = Fs = F \times 0 = 0$$

সুতরাং কাজের মান শূন্য।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

❑ উপরের তথ্যের আলোকে ২১ ও ২২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

A বিন্দুতে অবস্থিত বস্তুটির ভর 10 kg

২১। A বিন্দুতে বিভব শক্তি নির্ণয় কর। [সি.বো.'২১]

(ক) 1960 J (খ) 2500 J (গ) 4700 J (ঘ) 4900 J উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: এখানে,

ভর, $m = 10\ kg$ উচ্চতা, $h = 50\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি,

বিভবশক্তি, $V = mgh = 10 \times 9.8 \times 50 = 4900\ J$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

২২। B বিন্দুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তির অনুপাত কত? [সি.বো.'২১]

(ক) 1:3 (খ) 2:5 (গ) 2:3 (ঘ) 3:1 উত্তর: গ

ব্যাখ্যা: B বিন্দুতে 10 kg ভরের উচ্চতা (50-30) m = 20 m

B বিন্দুতে বিভবশক্তি $= \text{mgh} = 10 \times 9.8 \times 20 = 1960 \text{ J}$

আবার, B বিন্দুতে গতিশক্তি নির্ণয়ের ক্ষেত্রে A বিন্দু থেকে B বিন্দুতে আসতে অতিক্রান্ত দূরত্ব বিবেচনা করা হবে।

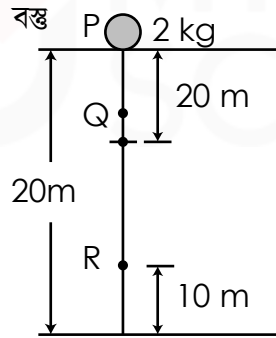
সুতরাং, অতিক্রান্ত দূরত্ব x = 30 m

গতিশক্তি $= \frac{1}{2}\text{mv}^2 = \frac{1}{2}\text{m}(\text{u}^2 + 2\text{gx}) = \frac{1}{2}\text{m}(0^2 + 2\text{gx})$ [যেহেতু আদিবেগ শূন্য]

$= \frac{1}{2}\text{m} \times 2\text{gx} = \text{mgx} = 10 \times 9.8 \times 30 = 2940 \text{ J}$

B বিন্দুতে বিভবশক্তি ও গতিশক্তির তুলনা করে পাই,

বিভবশক্তি : গতিশক্তির $= \frac{1960}{2940} = 2:3$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (গ)।

❑ উপরের তথ্যের আলোকে ২৩ ও ২৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৩। P অবস্থানে বস্তুটির বিভব শক্তি নির্ণয় কর। [কু.বো.'২০]

(ক) 1960 J (খ) 784 J (গ) 5800 J (ঘ) 1176 J উত্তর: ঘ

ব্যাখ্যা: এখানে,

ভর, $m = 2\ kg$ উচ্চতা, $h = 60\ m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি, বিভবশক্তি, $V = mgh$

অতএব, P অবস্থানে বিভবশক্তি, $V = mgh = 2 \times 9.8 \times 60 = 1176\,J$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ঘ)।

২৪। উক্ত চিত্রের ক্ষেত্রে-

(i) Q বিন্দুতে, গতিশক্তি – বিভবশক্তি = 0

(ii) P বিন্দুতে বিভবশক্তি $=\ 6 \times R$ বিন্দুতে বিভবশক্তি

(iii) PR অংশে গতিশক্তির পরিবর্তন $<$ RS অংশে গতিশক্তির পরিবর্তন

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) ii (খ) ii, iii (গ) i, iii (ঘ) i, ii, iii উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: (i) Q বিন্দুতে বিভবশক্তি,

এখানে,

ভর, $m = 2\,kg$ উচ্চতা, $h_Q = (60 - 20)m = 40\,m$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\,ms^{-2}$

আমরা জানি,

বিভবশক্তি, $V_Q = mgh_Q = 2 \times 9.8 \times 40 = 784\,J$

Q বিন্দুতে আসতে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S_Q = 20\,m$

Q বিন্দুতে বেগ,

$$v_Q^2 = u^2 + 2gs_Q = 0 + 2 \times 9.8 \times 20 = 392\,ms^{-1}$$

Q বিন্দুতে গতিশক্তি,

$$T_Q = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 392 = 392\,J$$

সুতরাং, $T_Q - V_Q = 392 - 784 = -392\,J$

অর্থাৎ (i) সঠিক নয়।

(ii) এখানে,

P বিন্দুর উচ্চতা $h_9 = 60\,m$

P বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_P = mgh_P = 2 \times 9.8 \times 60 = 1176\,J$$

এখানে,

R বিন্দুর উচ্চতা $h_R = 10\,m$

R বিন্দুতে বিভবশক্তি,

$$V_R = mgh_R = 2 \times 9.8 \times 10 = 196\,J$$

এখন,

$$\frac{V_P}{V_R} = \frac{1176}{196}$$

বা, $\frac{V_P}{V_R} = 6$

$\therefore V_P = 6 \times V_R$

অর্থাৎ (ii) সঠিক।

(iii) PR অংশের P বিন্দুতে গতিশক্তি,

এখানে,

ভর, $m = 2\,kg$

$T_P = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 0 = 0$

R বিন্দুতে গতিশক্তি,

এখানে, ভর, $m = 2\,kg$

R বিন্দুতে আসতে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_R = (60 - 10)m = 50\,m$

এখন,

$$v_R^{\,2} = u^2 + 2gs_R = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 50 = 980$$

$\therefore T_R = \frac{1}{2}mv_R^{\,2} = \frac{1}{2} \times 2 \times 980 = 980$

PR অংশের পরিবর্তন $= (980 - 0)J = 980\,J$

S বিন্দুতে গতিশক্তি,

এখানে, ভর, $m = 2\,kg$

এখন,

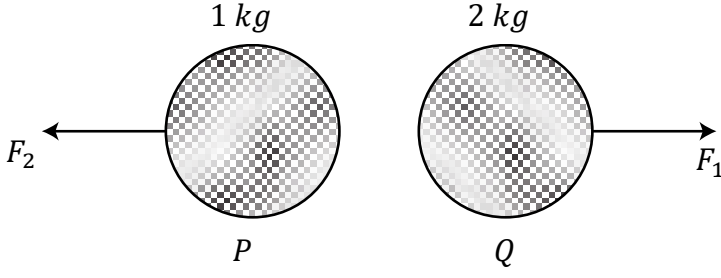
$$v_S^{\,2} = u^2 + 2gs = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 60 = 1176$$

$\therefore\ T_S = \frac{1}{2}mv_S^{\,2} = \frac{1}{2} \times 2 \times 1176 = 1176$

RS অংশের পরিবর্তন $= (1176 - 980) = 196\,J$

PR অংশে গতিশক্তির পরিবর্তন > RS অংশে গতিশক্তির পরিবর্তন

অর্থাৎ (iii) সঠিক নয়।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক)।

❑ উপরের তথ্যের আলোকে ২৫ ও ২৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৫। বস্তুদ্বয়ের সমমানের ত্বরণ সৃষ্টির ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বলদ্বয়ের মাপের ক্ষেত্রে-

(ক) $F_1 = 2F_2$ (খ) $F_2 = 2F_1$ (গ) $F_2 = \sqrt{F_1}$ (ঘ) $F_1 = \sqrt{F_2}$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: $F_1 = m_1 a_1 = 2 \times a_1 = 2a_1$

$\therefore a_1 = \frac{F_1}{2}$

$F_2 = m_2 a_2 = 1 \times a_2$

$\therefore a_2 = F_2$

এখন,

$a_1 = a_2$

বা, $\frac{F_1}{2} = F_2$

বা, $F_1 = 2F_2$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক)।

২৬। বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তি সমান হবে যখন এদের মধ্যবর্তী বেগের অনুপাত-

(ক) $v_1 : v_2 = 1:2$ (খ) $v_1 : v_2 = 2:1$

(গ) $v_1 : v_2 = 1:\sqrt{2}$ (ঘ) $v_1 : v_2 = \sqrt{1}:2$ উত্তর: গ

❑ নিচের উদ্দীপকের আলোকে ২৭ ও ২৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

একক ভরের বস্তুকে $10\ ms^{-1}$ বেগে উপরের দিকে ছুড়ে দেয়া হলো।

২৭। সর্বোচ্চ উচ্চতা কত?

(ক) 3.1 m (খ) 5.1 m (গ) 7.1 m (ঘ) 9.1 m উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 10\ ms^{-1}$ শেষবেগ, $v = 0$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 - 2gh$$

বা, $u^2 = 2gh$

$$\therefore h = \frac{u^2}{2g} = \frac{10^2}{2\times9.8} = 5.1\ m$$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

২৮। কোন উচ্চতায় গতিশক্তি ও বিভবশক্তি সমান হবে?

(ক) $3.15\ m$ (খ) $2.55\ m$ (গ) $7.1\ m$ (ঘ) $9.1\ m$ উত্তর: খ

ব্যাখ্যা: মনে করি,

ভূমি হতে x উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

ভূমি হতে x উচ্চতায় বিভবশক্তি $= mgx$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$ উচ্চতা, $h = 5.1 - x$

ভূমি হতে উচ্চতায় বেগ হলে,

$$v^2 = u^2 + 2gh$$

$$v^2 = 2g(5.1 - x)$$

ভূমি হতে উচ্চতায় গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \times 2g(5.1 - x) = mg(5.1 - x)$

শর্তমতে,

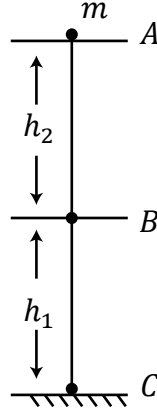
$$mgx = mg(5.1 - x)$$

বা, $x = 5.1 - x$

বা, $2x = 5.1$

$$\therefore x = 2.55\ m$$

অর্থাৎ, ভূমি হতে $2.55\ m$ উচ্চতায় বিভবশক্তি গতিশক্তির সমান হবে।

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (খ)।

❑ উপরের তথ্যের আলোকে ২৯ ও ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

২৯। B বিন্দুতে বস্তুটির বিভবশক্তি কত? [সম্মিলিত বোর্ড' ১৮]

(ক) mgh_1 (খ) mgh_2

(গ) $mg(h_1 + h_2)$ (ঘ) $mg(h_1 - h_2)$ উত্তর: ক

ব্যাখ্যা: আমরা জানি,

বিভবশক্তি $=$ বস্তুর ওজন $\times$ উচ্চতা

$\therefore$ বিভবশক্তি $= mg \times h_1 = mgh_1$

অতএব, প্রশ্নটির সঠিক উত্তর (ক)।

৩০। পড়ন্ত অবস্থায় ভূ-পৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় এর গতিশক্তি বিভবশক্তির তিনগুণ হবে? [সম্মিলিত বোর্ড' ১৮]

(ক) $\frac{h_1}{4}$ (খ) $\frac{h_2}{3}$

(গ) $\frac{h_1+h_2}{4}$ (ঘ) $\frac{h_1-h_2}{4}$ উত্তর: গ